



POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Marko Naumanen

PIHA-ALUEIDEN PÄÄLLYSTEET

Opinnäytetyö
Joulukuu 2012

| | |
|--|---|
|  <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p> | <p>OPINNÄYTETYÖ Joulukuu 2012 Rakennustekniikan koulutusohjelma</p> <p>Karjalankatu 3 80200 JOENSUU</p> |
| <p>Tekijä Marko Naumanen</p> | |
| <p>Nimeke Piha-alueiden päällysteet</p> | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua piha-alueiden päällysrakentamiseen. Aineistosta selviää yleistietoa tyypillisimmistä piha-alueiden päällysteistä, päällysrakenteen alapuolisten kerrosten mitoituksen periaatteet, tarkemmin routamitoitus sekä muita huomioon otettavia seikkoja kestävän ja laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi.</p> <p>Opinnäytetyössä on kerrottu käytännön toteutuksen ohjeita. Opinnäytetyössä vertailaan myös kevyesti liikennöidyn pientalon piha-alueen pohjarakentamis- ja päällystyskustannuksien muodostuminen eri päällystevaihtoehtoilla. Aineistoa opinnäytetyöhön on kerätty alan kirjallisuudesta, tutkimuksista ja internetsivuilta sekä tarjouspyyntöjen avulla.</p> <p>Tuloksista selviää sora-, ja kivituhkapäällysteiden, betonikiveyksen, luonnonkiveyksen ja asfaltoinnin kustannuksien suuret eroavaisuudet. Lopuksi pohditaan opinnäytetyötä ja piha-alueiden päällysrakentamista yleisesti.</p> | |
| <p>Kieli Suomi</p> | <p>Sivuja 32 Liitteet 7 Liitesivumäärä 10</p> |
| <p>Asiasanat</p> <p>Piharakentaminen, pihasuunnittelu, kiveys, asfaltti, päällysteet</p> | |

| | | |
|--|---|--|
|  <p>NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p> | <p>THESIS December 2012 Degree Programme in Civil Engineering</p> <p>Karjalankatu 3, 80200 Joensuu</p> | |
| <p>Author</p> <p>Marko Naumanen</p> | | |
| <p>Title</p> <p>Outdoor pavements</p> | | |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to examine outdoor pavements. The thesis gives general information on pavement materials, sizing principles of construction layers, more detailed ground frost protection information as well as other essential factors to accomplish a strong and quality outcome.</p> <p>The thesis handles practical implementation instructions. In addition, typical pavement materials were compared for a lightly operated courtyard area. The data of the thesis was collected from the Internet, literature of the field, researches and requests for quotations.</p> <p>The results show great differences between gravel, stone ash, concrete block and natural stone pavement costs. Lastly the thesis and the yard pavement in general are discussed.</p> | | |
| <p>Language</p> <p>Finnish</p> | <p>Pages 32 Appendices 7 Pages of Appendices 10</p> | |
| <p>Keywords</p> <p>Landscaping, stone paving, asphalt , pavement</p> | | |

Sisältö

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Rakenteellinen suunnittelu | 6 |
| 2.1 | Mitoituksen periaatteet | 6 |
| 2.2 | Laatuluokat ja vaatimukset | 7 |
| 2.3 | Päällysteen valinta | 9 |
| 2.4 | Rakennekerrokset | 10 |
| 2.5 | Kuivatusjärjestelyt | 11 |
| 2.6 | Salaojitus | 12 |
| 2.7 | Routa ja routivuus | 13 |
| 2.7.1 | Routamitoitus | 13 |
| 2.7.2 | Mitoituspakkasmäärä | 14 |
| 2.7.3 | Maalajin vaikutus roudan syvyyteen | 15 |
| 2.7.4 | Lumipeite | 15 |
| 2.7.5 | Routimiskerroin | 16 |
| 3 | Päällysteet | 17 |
| 3.1 | Murske-, sora- ja hiekkapäällysteet | 17 |
| 3.2 | Asfalttipäällysteet | 17 |
| 3.3 | Betonituotteet | 18 |
| 3.3.1 | Betonikivet | 18 |
| 3.3.2 | Betonilaatat | 19 |
| 3.3.3 | Betonikivien ja laattojen asennus | 19 |
| 3.4 | Luonnonkivituotteet | 21 |
| 3.4.1 | Tasokiveykset | 21 |
| 3.4.2 | Luonnonkivien asennus | 22 |
| 3.5 | Reunatuotet | 23 |
| 3.6 | Muut ympäristötuotteet | 24 |
| 4 | Kohde | 25 |
| 4.1 | Pohjatyöt | 25 |
| 4.2 | Päällystäminen | 27 |
| 4.3 | Yhteenvedo | 28 |
| 5 | Pohdinta | 30 |
| | Lähteet | 31 |

Liitteet

Liite 1 Päällysrakenteen tyypillisiä kerrospaksuuksia

Liite 2 EPS- routasuojauksen mitoituskäyrästöt

Liite 3 EPS- routasuojauksen likimääräismitoitus

Liite 4 Ladontamalleja

Liite 5 Luonnonkiviset reunatuotet

Liite 6 Luonnon kohteen piha-alueesta

Liite 7 Pintarakennustöiden karkeat työmenekit

1 Johdanto

Pihan rakentaminen ja suunnittelu ovat usein osa rakennushanketta. Piha laajentaa kodin piiriä. Hyvin suunniteltu, rakennettu ja hoidettu piha antaa viihtyisän ja miellyttävän vaikutelman. Vaikka pihan rakentamisen ja suunnittelun budjetti on yleensä vain muutamia prosentteja esimerkiksi omakotitalohankkeen kustannuksista, on pihan merkitys viihtyvyyden ja yleisilmeen kannalta kuitenkin suurempi. (Mäki, Penttilä & Koskenkorva 2000, 6.)

Hyvin suunniteltu piha nostaa myös kiinteistön arvoa ja lyhentää myyntiaikaa merkittävästi. Viherrakentajat Ry:n teettämässä tutkimuksessa (Jansson, 2010) tutkimuskohteena olleen omakotikiinteistön arvo nousi laadukkaan piharakentamisen ansiosta 11,55 %, mikä on enemmän kuin rakentamisen aiheuttamat kustannukset. (Viherrakentajat Ry 2012.)

Yksi merkittävistä pihan osa-alueista on päällysteet. Tässä opinnäytetyössä on esitelty piha-alueiden tyypillisimpiä päällysteitä ja mitoituksen periaatteet ilmasto-olosuhteiden, käyttötarkoituksen ja alueen pohjamaan mukaan.

Opinnäytetyön loppuosassa on vertailtu sora- ja kivituhkapäällysteen, betonikiveyksen, luonnonkiveyksen ja asfalttipäällysteen kustannuksia sekä laskettu Joensuussa sijaitsevan pientalon piha-alueen pohjatöiden aiheuttamia menekkejä.

2 Rakenteellinen suunnittelu

2.1 Mitoituksen periaatteet

Päällysrakenne mitoitetaan alueen pohjamaan ja alueen käyttötarkoituksesta aiheutuvan kuormituksen perusteella (Öhrnberg, Saikkonen, Heino, Mattila & Petrow 2006, 48).

Vallitsevat maasto- ja maaperäolot selvitetään maastomittausten ja pohjatutkimusten avulla (RT89-11002, 2010, 2). Pohjatutkimuksella on selvittävä mm. rakennuskohteen ja sen vaikutusalueen pinnanmuodot, maapohjan kerrosrakenne, kalliopinnan sijainti, maakerrosten ja kallion ominaisuudet sekä pohjavesisuhteet. Jos rakennuspaikalta on käytettävissä kaavoituksen tai muissa yhteyksissä tehtyjen pohjatutkimusten tuloksia tai muita tietoja laajuudeltaan ja laadultaan riittävinä siten, että niiden perusteella pohjarakenteiden suunnittelu ja pohjarakentaminen voidaan toteuttaa luotettavasti ja turvallisesti, pohjatutkimusta ei tarvita tehdä rakennushankkeen yhteydessä helpoissa (B) ja vaativissa (A) pohjarakennuskohteissa. (Ympäristöministeriö 2004, 5.) Pehmeikölle perustamisessa tarvitaan usein asiantuntevaa geoteknistä suunnittelua ja suunnitelman pohjana kyseisessä kohteessa tarpeelliseksi katsottavia geoteknisiä laskelmia painumien ja alueellisen stabiliteetin selvittämiseksi (RT89-11002, 2010, 2).

Käyttötarkoituksen ja liikennekuormituksen perusteella tavanomaisten asuin-, liike- ja julkisten rakennusten piha-alueet voidaan jakaa seuraavasti:

- Aluetyyppi 1: Pelkästään jalankululle ja oleskelulle tarkoitettut piha-alueet, joilla ei ole ajoneuvoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan joko käsin tai kevyillä pienkoneilla
- Aluetyyppi 2: Jalankululle ja oleskelulle tarkoitettut piha-alueet, joilla on poikkeuksellisesti tavanomaista henkilöautoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktorikalustolla.
- Aluetyyppi 3: Henkilöautoliikenteelle tarkoitettut piha- ja pysäköintialueet, joilla on satunnaista raskasta ajoneuvoliikennettä. Puhtaanapito hoidetaan traktori- tai sitä raskaammalla kalustolla.
- Aluetyyppi 4: Raskaalle ajoneuvoliikenteelle tarkoitettut liike- ja teollisuusrakennusten lastauspihat, kulkutiet ja varastoalueet.

- Aluetyyppi K: Kasvillisuusalueet ja muut aluetyyppien 1...4 ulkopuoliset alueet.

(Kivikoski, H. 2007, 54.);(RT89-11002, 2010, 2.)

Taulukossa 1 on esitetty päällysrakennekerrosten mitoituksen määräävät tekijät piha-alueen käyttötarkoituksen ja maaperän mukaan. Mitoitettaessa routivuuden mukaan tulee päällysrakennekerrosten paksuus yleensä niin suureksi, että se täyttää normaalien piha-alueiden liikennekuormamitoituksen mukaiset vaatimukset (RT89-11002, 2010, 4). Liitteessä 1 on esitelty tyypillisiä rakenteen kerrospaksuuksia.

Taulukko 1. Mitoituksen määräävät tekijät (RT89-11002, 2010, 4.)

| Pihan alue- tyyppi | Maaperä | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|
| | Kantava routimaton maapohja | Kantava routiva tai erittäin routiva maapohja | Pehmeikkö |
| Aluetyyppi 4 | liikenne | routa + liikenne | kantavuus + painuma + routa + liikenne |
| Aluetyyppi 3 | liikenne | routa + liikenne | kantavuus + painuma + routa + liikenne |
| Aluetyyppi 2 | liikenne | routa | kantavuus + painuma + routa + liikenne |
| Aluetyyppi 1 | — | routa | kantavuus + painuma + routa + liikenne |

2.2 Laatuluokat ja vaatimukset

Piha-alueiden laatuluokituksen tarkoituksena on esittää pihan erilaisten päällysteiden vaatimat laatuvaatimukset siten, että päällysteen toiminnallisuus ja ulkonäkö säilyvät hyvänä koko rakenteen elinkaaren ajan (RT89-11002, 2010, 2).

Päällysteen ulkonäön ja säilyvyyden kannalta määräävinä tekijöinä ovat eri päällystetyypeille sallitut suurimmat painumat ja routanousu. Päällysteen toiminnallisuuden kannalta määräävinä tekijöinä ovat vähimmäisviettokaltevuus sekä painumien ja routanousun seurauksena syntyvien kaltevuudenmuutosten enimmäisarvot, jotta mm. pihan pintakuivatus toimisi kaikissa tilanteissa. (RT89-11002, 2010, 2.)

Pihojen laatuluokituksessa pihat jaetaan kahteen laatuluokkaan toiminnallisten ja ulkonäöllisten vaatimusten mukaan (Kivikoski 2007, 53).

Laatuluokka 1 on tarkoitettu alueille, joilla on suuret toiminnalliset ja ulkonäölliset vaatimukset. Laatuluokka 2 sisältää muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joilla on pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset. (Kivikoski 2007, 53.)

Luokkaa 2 alempien vaatimusten käytön tulee aina olla hyvin perusteltua. Luonnonkivilaattoja tulisi käyttää laatuluokassa 2 vain poikkeustapauksissa. Laatuluokassa 1 aluetyyppien 3 ja 4 alueilla puolestaan ei sitomattomia päällysteitä (sora-, murske- ja hiekkapäällysteet) tulisi käyttää kuin ainoastaan poikkeustapauksissa. (Kivikoski 2007, 53.)

Taulukko 2. Piha-alueiden laatuluokitus 1, vaatimukset. (RT89-11002, 2010, 2.)

| Laatuluokka 1. Piha-alueet, joissa on suuret toiminnalliset ja ulkonäölliset vaatimukset. | | | | | | |
|---|------------|---|---|---|---|--|
| Päällysteen tyyppi | Aluetyyppi | Ulkonäkö | Sallittu laskennallinen kokonaispainuma ¹⁾ | Suurin sallittu routanousu (F ₁₀) | Vähimmäisvietetokaltevuus ²⁾ | Sallittu kaltevuuden muutos painumille ja routanousuille piha-alueen liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin |
| Luonnonkivilaatat | 3 ja 4 | Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta | Mitoitetaan painumattomaksi | Routaliikkeitä ei sallita | 1,0...3,0 % | 1,0 % |
| | 1 ja 2 | | | | 1,0...3,0 % | 1,0 % |
| Ladotut betoni- ja luonnonkivipäällysteet | 3 ja 4 | Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta | 100 mm | 50 mm | 2,0...4,0 % | 2,0 % |
| | 1 ja 2 | | 100 mm | 50 mm | 2,0...4,0 % | 4,0 % |
| Sidotut päällysteet | 3 ja 4 | Päällyste säilyy halkeilemattomana | 100 mm | 50 mm | 1,0...3,0 % | 3,0 % |
| | 1 ja 2 | | 100 mm | 50 mm | 1,0...3,0 % | 4,0 % |
| Sitomattomat päällysteet | 3 ja 4 | Lätäköitymistä sateella ei sallita | Vain poikkeustapauksissa 100 mm | Vain poikkeustapauksissa 50 mm | Vain poikkeustapauksissa 2,0...4,0 % | 2,0 % |
| | 1 ja 2 | | | | | 4,0 % |
| Kasvillisuusalueet | K | Ei lätäköitymistä | 300 mm | 100 mm | Ei rajoitettu | 4,0 % |

¹⁾ Jos laskennallinen painuma on >50 % sallitusta arvosta, on laskettava myös painuman aikariippuvuus.

²⁾ Rakennuksen vierustalla maanpinnan kaltevuus vähintään 0,05 pois päin rakennuksesta 3 m matkalla.

Taulukossa 2 on esitetty laatuluokkaan 1 kuuluvien piha-alueiden laatuvaatimukset eri päällysteiden ja aluetyyppien mukaan.

Taulukko 3. Piha-alueiden laatuluokka 2, vaatimukset. (RT89-11002, 2010, 3.)

| Laatuluokka 2. Muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joissa on pienemmät toiminnalliset ja ulkonäölliset vaatimukset. | | | | | | |
|--|------------|--|---|---|--|--|
| Päällysteen tyyppi | Aluetyyppi | Ulkonäkö | Sallittu laskennallinen kokonaispainuma ¹⁾ | Suurin sallittu routanousu (F ₁₀) | Vähimmäisviettokaltevuus ²⁾ | Sallittu kaltevuuden muutos painumille ja routanousuille pihan liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin |
| Luonnonkivilaatat | 3 ja 4 | Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta | Käytetään vain poikkeustapauksissa | Käytetään vain poikkeustapauksissa | 1,0...3,0 % | 1,0 % |
| | 1 ja 2 | | | | 1,0...3,0 % | 1,0 % |
| Ladotut betoni- ja luonnonkivi-päällysteet | 3 ja 4 | Päällysteessä vain vähäistä epätasaisuutta | 200 mm | 100 mm | 2,0...4,0 % | 2,0 % |
| | 1 ja 2 | | 250 mm | 100 mm | 2,0...4,0 % | 4,0 % |
| Sidotut päällysteet | 3 ja 4 | Päällysteessä vähäisiä kunnossapidolla hoidettavia halkeamia | 200 mm | 100 mm | 1,0...3,0 % | 2,0 % |
| | 1 ja 2 | | 250 mm | 100 mm | 1,0...3,0 % | 4,0 % |
| Sitomattomat päällysteet | 3 ja 4 | Vähäistä lätäköitymistä sateella | 200 mm | 100 mm | 2,0...4,0 % | 2,0 % |
| | 1 ja 2 | | 250 mm | 100 mm | 2,0...4,0 % | 4,0 % |
| Kasvillisuusalueet | K | Vähäistä lätäköitymistä | 300 mm | Ei rajoitettu | Ei rajoitettu | 4,0 % |

¹⁾ Jos laskennallinen painuma on >50 % sallitusta arvosta, on laskettava myös painuman aikariippuvuus.

²⁾ Rakennuksen vierustalla maanpinnan kaltevuus vähintään 0,05 pois päin rakennuksesta 3 m matkalla.

Taulukossa 3 näkyy laatuluokkaan 2 kuuluvien piha-alueiden laatuvaatimukset eri päällysteiden ja aluetyyppien mukaan.

2.3 Päällysteen valinta

Päällysteet helpottavat liikkumista, kunnossa- ja puhtaanapitoa sekä luovat edellytykset erilaisille toiminnoille (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 1997, 13). Päällysteiden valinnassa otetaan huomioon mm. niiden sopivuus ympäröiviin rakenteisiin ja värimaailmaan, kestävyys, puhtaanpidettävyys ja korjattavuus (Mäki ym. 2000, 42).

Muista päällysteiden suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä oleellisin on usein hinta (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 1997, 14). Muun muassa materiaaleista ja sen asennuksen kustannuksista johtuen esimerkiksi luonnonkiven laajempi käyttö on tyypillisempää julkisten rakennusten yhteydessä (Eskola 2000, 30).

Laatu ei kuitenkaan ole aina välttämättä sidottu hintaan. Kun suunnittelussa otetaan huomioon kunkin kohteen erityisvaatimukset, voi laadukas lopputulos olla myös edullinen. Päällysteiden hinta tulisi aina nähdä myös suhteessa käyttöaikaan. (Suomenkuntatekniikan yhdistys ry 1997, 14.)

Yleisimpiä päällysteitä ovat

- sitomattomat kulutuskerrokset: sora, murske, kivituhka ja hiekka
- sidotut kulutuskerrokset: asfaltti ja muut bitumipäällysteet pintaauksineen, valettu betoni ja jyräbetoni
- ladottavat päällysteet: betonikivet, luonnonkivet: noppakivi, nupukivi ja kenttäkivi, betoni- ja luonnonkivilaatat, tiilet ja puupäällysteet: ritalät, lankku- ja pölkypäällysteet.

Muita päällysteitä ovat mm. joustavat päällysteet, kuten urheilualueiden päällysteet ja leikkivälineiden turva-alustat ja vahvistetut nurmikot. (RT89-11002, 2010, 3.)

2.4 Rakennekerrokset

Päällysrakenteella tarkoitetaan kaikkia rakennekerroksia, joita on penkereen tai pohjamaan yläpuolella (Eskola 2000, 49).

Kun pohjamaa on kaivettu ja tasattu haluttuun syvyyteen, kaivannon pohjalle levitetään suodatinkerros, joka estää pohjamaan ja ylempien maakerrosten sekoittumisen. Suodatinkerroksena käytetään # 0–20 mm:n hiekkaa tai se voidaan korvata suodatinkankaalla. (Mäki ym. 2000, 43.)

Seuraavat kerrokset ovat jakava ja kantava kerros (Mäki ym. 2000, 44). Jakava kerros on tukikerros sekä pohjana kantavalle kerrokselle. Kerros ottaa vastaan kuormituksia ja jakaa niitä alaspäin alla oleville maakerroksille. (Eskola, 2000, 50.) Jakavana kerroksena voidaan käyttää esimerkiksi mursketta tai # 0–64 mm:n soraa. Jakava kerros tiivistetään huolella ennen kantavan kerroksen levittämistä. (Mäki ym. 2000, 44.)

Kantavana kerroksena käytetään # 0–32 mm:n tasausmursketta tai soraa. Kerros tiivistetään ja tasataan mahdollisimman tarkasti tulevan päällysteen mukaisesti. (Mäki ym. 2000, 44.) Kantava kerros voi olla myös bitumilla tai sementillä sidottu ja se voidaan toteuttaa myös asfaltista (Eskola 2000, 51).

Ennen lopullisen päällysteen asentamista tulee alusrakenteen olla tarkoin muotoiltu ja tiivistetty (Mäki ym. 2000, 44). Jotta asennettavasta tasopinnasta saadaan tasainen, käytetään esimerkiksi betonikivillä ja -laatoilla 30–40 mm asennushiekkakerrosta (Eskola

2000, 51). Asennuskerros tehdään esim. # 0–8 mm:n hiekasta (Taulukko 4). Jos päällysteen kantavuutta halutaan parantaa, voidaan esimerkiksi luonnonkivituotteet asentaa maakosteaan betoniin (Kiviteollisuus ry 2012a).

Taulukko 4. Rakennekerrokset (RT89-11002, 2010, 6).

| Kerros | Tarvike |
|---------------------|--|
| päällystys | asfaltti, betoni, laatoitus, kiveys, murske tai sora, 0/11 tai kivituhka, 0/6...0/8 |
| asennuskerros | hiekkä, sora, soramurske, 0/11 tai kivituhka, 0/6...0/8 |
| kantava kerros | murskesora, murske, 0/32 |
| jakava kerros | sora, murskesora tai murske, 0/63 |
| suodatinkerros | hiekkä 0/20, suodatinkangas |
| salaojituserros | seulottu luonnonsora tai sepeli, 0/31,5 |
| routaeriste | paisutettu polystyreenisolumuovi EPS tai suulakepuristettu polystyreenisolumuovi XPS tai kevytsora |
| kevennysmateriaalit | kevytsora, EPS tai XPS |
| lujitteet | muoviset lujiteverkot, lujitekankaat ja -komposiitit |

Taulukossa 4 on esimerkkejä päällysrakenteen rakennekerrosten tarvikkeista sekä erilaisista kantavuutta lisäävistä tarvikkeista.

2.5 Kuivatusjärjestelyt

Rakennetuilla alueilla muodostuu sade- tai sulamisvesien aiheuttamaa pintavalumista, jota kutsutaan hulevedeksi (Suomen ympäristökeskus 2012). Piha-alueen hulevedet kuivatetaan pinnan kallistuksien, pintavesikourujen, avo-ojien sekä sadevesikaivojen ja sadevesiviemäreiden avulla (RT89-11002, 2010, 8). Tehokas vesien poistaminen vähentää eroosiovaikutusta ja parantaa alueiden käyttöä (Eskola 2000, 41). Hulevesiä ei saa johtaa rakennuksen salaojiin (RT89-11002, 2010, 8).

Päällystevalinnat vaikuttavat alueen kaltevuusvaatimuksiin siten, että sileillä pinnoilla voidaan käyttää hieman loivempia kaltevuuksia, koska veden virtaus on parempi. Helposti eroosioituvilla päällysteillä, kuten hiekka- ja sorapäällysteillä, puolestaan tulee välttää jyrkkiä kaltevuuksia, sillä päällyste kuluu nopeasti veden virtauksen takia. (Mäki ym. 2000, 28.)

Taulukko 5. Päälysteiden vaadittavat sivu- ja viettokaltevuudet. (RT89-11002, 2010, 8.). Sivukaltevuus tarkoittaa kulkuväylän kaltevuutta keskilinjastaan sivuille. Viettokaltevuus tarkoittaa tien tai käytävän kulkusuunnan suuntaista kaltevuutta. (Mäki ym. 2000, 28.)

| Päällyste • käyttökohde | Sivukaltevuus | Viettokaltevuus |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Asfaltti | | |
| • ajorata | 2,5...3,0 % (1:40...1:33) | |
| • jalkakäytävä | 2,0...2,5 % (1:50...1:40) | |
| • piha-alue | | 1,0...3,0 % (1:100...1:33) |
| Kiveys, laatoitus | | |
| • ajorata | 3,0...4,0 % (1:33...1:25) | |
| • jalkakäytävä | 2,5...3,0 % (1:40...1:33) | |
| • piha-alue | | 2,0...4,0 % (1:50...1:25) |
| Sora, murske | | |
| • ajorata | 4,0...5,0 % (1:25...1:20) | |
| • piha-alue | | 2,0...4,0 % (1:50...1:25) |

2.6 Salaojitus

Päällysrakennekerrosten läpi suodattuvat pintavedet johdetaan pois salaojituksen avulla. Salaojien kautta poistuu myös päällysrakennekerrokseen pohjamaasta kapilaarisesti nouseva tai sivulta virtaava pohjavesi. (RT89-11002, 2010, 9.) Salaojituksella voidaan torjua routimista ja muita haittoja tehokkaasti (Eskola 2000, 38).

Salaojituksen materiaaleina käytetään karkeaa routimatonta soraa sekä rei'itettyjä muovisia salaojaputkia ja -kaivoja kansineen ja liitoskappaleineen (Mäki ym. 2000, 26).

Salaojien mitoitus perustuu arvioituun virtaavan veden määrään salaojissa. Mitoitukseen käytetään erityisiä mitoitusmonogrammeja, joissa muuttujina ovat veden virtaaman nopeus, virtaava vesi määrä, putken halkaisija ja salaojan kaltevuus. Salaojaputkien halkaisija on tavallisesti 50 mm tai suurempi ja salaojakaivon renkaiden halkaisija 60–100 cm, tarkastuskaivojen 30 cm. (Mäki ym. 2000, 26.)

2.7 Routa ja routivuus

Routaantumisella tarkoitetaan maassa olevan veden jäätymistä eli maanjäätymistä. Routiminen on ilmiö, jossa maakerroksen routantuessa sen tilavuus kasvaa. (Jääskeläinen 2009, 87.)

Maapohjan routiminen on ehdottomasti yleisin päällysrakenteen vaurioitumisen syy Suomessa (RT89-11002, 2010, 6). Epätasainen routanousu aiheuttaa päällysteeseen epätasaisuutta, voi muuttaa pinnan kaltevuuksia ja aiheuttaa lammikoitumista ja kunnossapitohaittaa. Routanousu saattaa myös rikkoa pihan rakenteita, esimerkiksi putkia. (Sanoma News Oy / Sanoma Digital 2012.)

Roudan syvyyteen vaikuttavia tekijöistä ovat pakkasmäärä, maalaji, lumi- ja kasvipeite sekä maaperän kosteusolosuhteet (Jääskeläinen 2009, 93).

2.7.1 Routamitoitus

Routaeristeen ja routaeristetyn päällysrakenteen avulla pyritään pienentämään routivan pohjamaan lämpöhäviöitä talven kuluessa niin alhaiselle tasolle, että routanousu jää hyväksyttävän vähäiseksi (Kivikoski 2007, 52).

Routasuojaus suunnitellaan paikallisten pohjasuhteiden ja ilmasto-olojen mukaan. Tämä on selvitettävä paikallisin tutkimuksin. Routasuojaus rakennetaan pihoja ja katuja korjattaessa ja uudisrakentamisessa routaeristelevyä käyttäen tai se voidaan tehdä myös kivennäismaasta massanvaihtona. (Kivikoski & Saarelainen 2009, 8.)

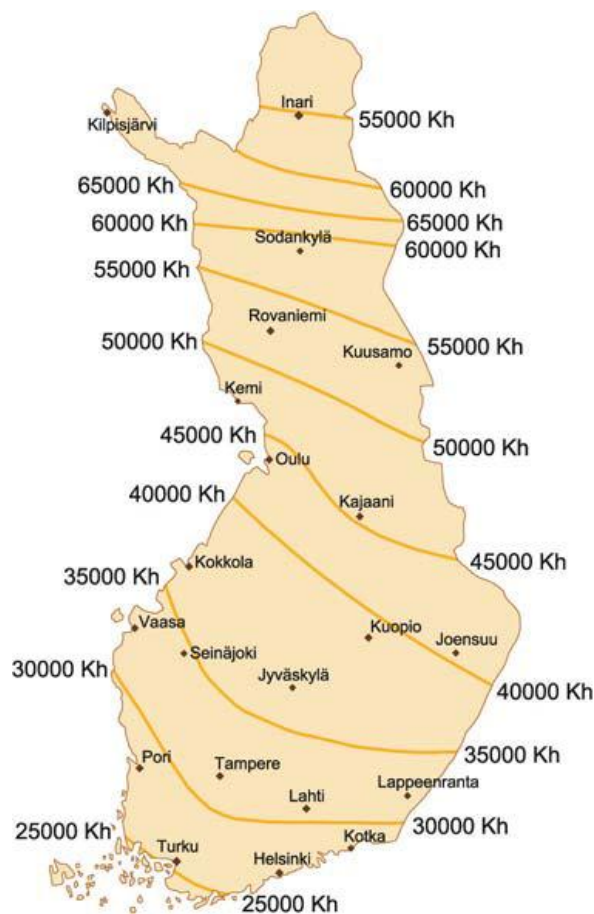
Routaeristeen ja routivan pohjamaan välillä tulee olla riittävästi routimatonta maata, jotta roudan vaikutus routivaan maahan jää sallitulle tasolle. Eristyksen sijoittamista välittömästi routivan maan päälle tulee välttää. (Kivikoski 2007, 52–53.)

Liitteessä 2 on esitetty routamitoituskäyrästä, kun tunnetaan pohjamaan routimiskerroin (SP). Liitteessä 3 on esitetty vaihtoehtoinen likimääräismitoitustapa.

2.7.2 Mitoituspakkasmäärä

Pakkasmäärä on voimakkain roudan syvyyteen vaikuttava asia. Se lasketaan astetunteina talvikaudelta. Käytännössä se saadaan havainnoiduista vrk-keskilämpötiloista. Jos esim. vrk:n keskilämpötila on ollut -10°C , on vrk:n tuottama pakkasmäärä $24 \cdot 10 = 240$ astetuntia (Kh), missä K on tällaisissa laskuissa asteesta käytetty tunnus. Pakkasmäärän laskeminen aloitetaan siitä hetkestä, jonka jälkeen pakkasmäärä summattaessa summa pysyy jatkuvasti positiivisena ja lopetetaan siihen hetkeen, minkä jälkeen pakkassumma ei ole enää kasvanut. (Jääskeläinen 2009, 93.)

Tie-, katu- ja piharakenteille suositellaan käytettäväksi mitoituspakkasmääränä tilastollisesti keskimäärin kerran 10 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F 10 (Kivikoski & Saarelainen 2009, 9–10).

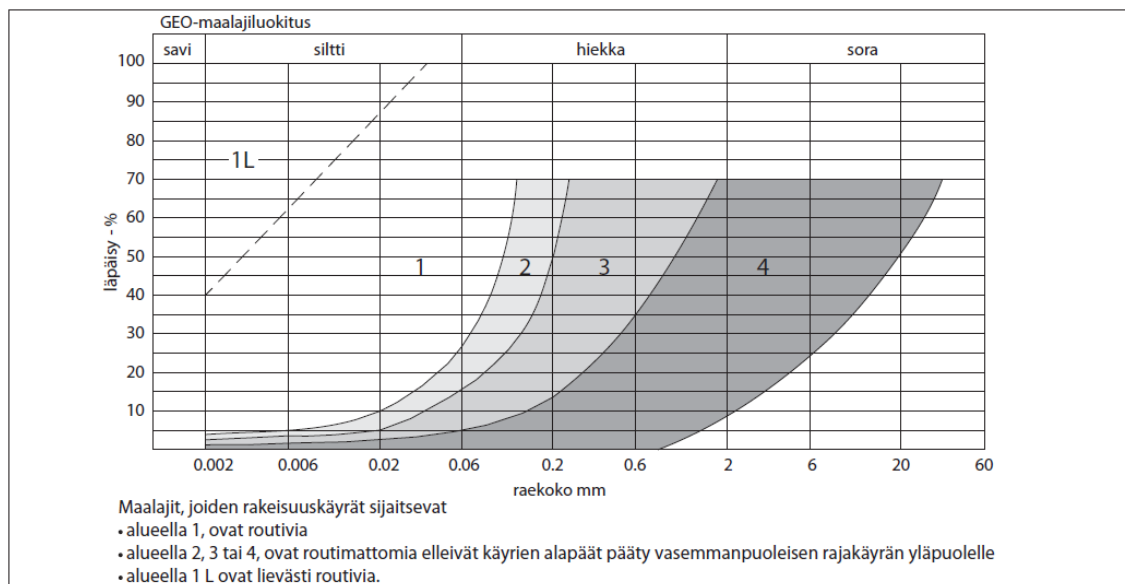


Kuvio 1. Mitoituspakkasmäärät aluekohtaisesti (F10). (Kivikoski & Saarelainen 2009, 10.)

2.7.3 Maalajin vaikutus roudan syvyyteen

Maalajin vaikutus roudan syvyyteen kytkeytyy maalajin lämmönjohtavuuteen. Mitä vähemmän maa-aineessa on huokostilaa ja mitä painavampaa maalaji on, sitä paremmin se johtaa lämpöä. (Jääskeläinen 2009, 93.)

Maalajin routivuutta voidaan likimäärin arvioida rakeisuuskäyrän perusteella. Luotettavammin maakerroksen routivuutta voidaan arvioida laboratoriossa tehtävillä kapillaari- ja routanousukokeilla sekä maastossa tehtävillä routanousuhavainnoilla. Roudan syvyyttä voidaan arvioida samankaltaisissa olosuhteissa tehtyjen luotettavien havaintojen perusteella sekä laskennallisesti routasyvyyteen vaikuttaviin ilmasto- ja maaperäte-kijöihin perustuen. (Ympäristöministeriö 2004, 7.)



Kuvio 2. Maalajien routivuuden määrittäminen rakeisuuden perusteella (RT89-11002, 2010, 7.)

2.7.4 Lumipeite

Lumen merkitys päällysrakenteiden toiminnalle on pieni. Piha-alueen pintakuivatuksen toiminnassa, kunnossapidossa ja rakenteen routakäyttämismisessä lumen eristävällä ominaisuudella on kuitenkin merkitystä. Lumi poistetaan pysäköintipaikoilta, kulkualu-

eilta jne. ja sille varataan alueet, joilla se ei vaikeuta pihan käyttöä ja rakenteiden toimintaa. Lumen poistotoimenpiteet eivät saa vahingoittaa päällystettä. (Mäkelä & Hoikkala 1994, 11.)

2.7.5 Routimiskerroin

Maarakenteiden routamitoitus routanousun mukaan edellyttää pohjamaan routaominaisuuksien (routimiskertoimen SP) tuntemista ja määrittämistä. Pohjamaan routimiskerroin voidaan määrittää laboratoriossa pohjanäytteillä tehtyjen routanousukokeiden avulla. (Kivikoski & Saarelainen 2009, 11.) Routimiskerroin voidaan laskea kaavalla 1 (Kivikoski 2007, 52).

$$SP = (1/1,09) * ((\Delta h / \Delta t) / (gradT)) \quad (1)$$

jossa:

SP = todellista kuormitusta vastaava routimiskerroin, mm²/Kh

Δh = routarintamaan ulkopuolisesta lähteestä johtuneen veden aiheuttama routanousu, mm

Δt = tarkasteltava ajanjakso eli routanousuhavaintojen välinen aika, h

$gradT$ = lämpötilagradientti jäätyneessä kerroksessa, K/mm.

Routimiskertoimen SP-arvoa voidaan karkeasti arvioida myös pohjamaan hienoaines- ja savipitoisuudesta. Yhtenä vaihtoehtona on korjattavan tien tai kadun routanousuvaaitus kohteessa. (Kivikoski & Saarelainen S. 2009, 11.)

Routimiskerroin SP (mm²/Kh) voidaan arvioida likimäärin kaavalla 2, jos tunnetaan päällysrakenteen paksuus Z^0 (mm) sekä havaintotalven routanousu h (mm) ja pakkasmäärä F (Kh). (Kivikoski & Saarelainen S. 2009, 11.)

(2)

$$SP = \frac{50h}{10 \sqrt{F} - z_0} - 1,8$$

Liitteessä 3 on esitetty pihojen ja pihateidenroutasuojauksen likimääräismitoituserilaisissa tapauksissa mitoituspakkasmäärän ollessa F10.

3 Päällysteet

3.1 Murske-, sora- ja hiekkapäällysteet

Murske-, sora- ja hiekkapäällyste levitetään suoraan kantavan kerroksen päälle, tasataan tasapaksuksi kerrokseksi ja tiivistetään levityskoneella tai kevyellä jyrällä. Kivituhkan päällysteen suositeltava paksuus on 30–50 mm ja murske- tai sorapäällysteen 50–100 mm. (RT89-11002, 2010, 9.) Päällystys on siis helppo tehdä ja tarvittaessa korjata, mutta se ei ole kuitenkaan kovin kestävä pintavesien eroosiovaikutuksen ja mahdollisen liikenteen kuluttavan vaikutuksen takia (Mäki ym. 2000, 51).

Käytettävän kiviaineksen väriä voidaan vaihdella. Luonnonsora on yleensä ruskeaa. Kalliomurskeesta tehdyn kivituhkan väri määräytyy murskattavan kiven tai kallion värin mukaan. Esimerkiksi graniitista saadaan harmaata, mustaa, valkoista ja punaista sekä kalkkikivistä valkoista kiviainesta. Kivituhkan hienoaines saattaa ennen kerroksen tiivistymistä kulkeutua märkänä sisätiloihin. (RT89-11002, 2010, 9.)

Sorapäällystykseen käytetyn luonnonsoran tai murskeen suositeltava raekoko on 0/11 ja kivituhkan 0/4...8. Murskepäälllysteen raekoko voi vaihdella kohteen mukaan 0/11...16. (RT89-11002, 2010, 9.)

3.2 Asfalttipäällysteet

Huolella routasuojattu ja perustettu asfaltti on kestävä päällyste liikennöidyillä kulkuväylillä. Erilaisiin käyttötarkoituksiin valmistetaan erilaisia asfalttimassoja, joiden koostumus vaihtelee mm. maksimiraekoon ja massan levityspaksuuden mukaan. (Mäki ym. 2000, 51.)

Yleisimmin pihojen päällystykseen käytetty asfalttityyppi on asfalttibetoni (AB). Jalan- kulku- ja kevyenliikenteen alueilla se levitetään 40 mm:n kerroksena suunniteltujen rakennekerrosten päälle. (RT89-11002, 2010, 9.)

Asfalttibetoni voidaan levittää myös betonin, kivituhkan, murskeen tai vanhan asfaltin päälle. (Lemminkäinen infra Oy 2012a, 3.) Levitettävä massa on kuuma, ja levityksessä käytetään yleensä erikoiskoneita. Massa tasataan lämpimänä ja jyrätään alustansa. Asfaltista voidaan haluttaessa rakentaa ja muotoilla myös pintavesikouruja ja reunuksia. (Mäki ym. 2000, 51.)

Asfalttia voidaan hyvin yhdistää myös betonikivien ja -laattojen kanssa, jolloin saadaan näyttäviä ja eläviä pintoja. Asfaltti on sataprosenttisesti kierrätettävissä oleva materiaali. (Lemminkäinen infra Oy 2012b.)

3.3 Betonituotteet

Betoni koostuu runkoaineesta, sementistä ja vedestä, minkä lisäksi seos- ja lisäaineita käyttämällä on mahdollista sovittaa betonin ominaisuuksia haluttuun suuntaan (Öhrn- berg ym. 2006, 11).

Betonista valmistetaan paljon erilaisia ympäristötuotteita kuten betonikiviä, betonilaat- toja, muurikiviä, reunakiviä, vesikouruja, loiskekuppeja, portaita ja muita kalusteita (Betoniteollisuus ry 2012d). Yhteistä kaikille ympäristöbetonituotteille ovat harkitut detaljit, kestävyys sekä tarvittaessa värikkyys (Betoniteollisuus ry 2012a).

3.3.1 Betonikivet

Betonikivi on kulutusta kestävä, luja ja mittatarkka betonituote pihanpäällysteenä. Val- mistajat käyttävät eri tekniikoita kiven halutun ulkonäön aikaansaamiseksi. Pintakäsitte- lyvaihtoehtoja ovat mm. hiekkapuhallettu tai ristipäähakattu pinta, käsittelemätön muot- tipinta tai pesubetonipinta. Perusvärinä on harmaa, mutta betonikiviä valmistetaan myös väripigmentillä sävytettynä. Sävytetyt kivet voivat olla joko pintavärjättyjä tai läpivär- jättyjä. Yleisiä värisävyjä ovat punainen, musta, punamusta, ruskea ja keltainen. (Öhrn- berg ym. 2006, 11–12.)

Koska betonikiviä on saatavilla runsaasti erimuotoisina, on ladonta- ja kuviointimahdollisuuksia myös runsaasti (Liite 4). Betonikiviä voidaan myös yhdistää muiden materiaalien kuten luonnonkiven kanssa (Betoniteollisuus ry 2012b).

Yleensä kevyesti liikennöidyillä alueilla käytetään 60 mm paksua kiveä, yleisillä alueilla kuten toreilla valitaan 80 mm:n tai 100 mm:n paksuinen kivi ja raskaammin liikennöidyillä alueilla kuten satamissa suositellaan käytettäväksi 100 mm:n paksuja kiviä (Öhrnberg ym. 2006, 12).

3.3.2 Betonilaatat

Tavallisimmat betonilaattakoot ovat 300x300, 400x400 ja 500x500 mm² ja laattojen paksuus 40–80 mm. Neliönmuotoisten laattojen ohella valmistetaan myös suorakaiteen muotoisia laattoja ja toisiinsa yhteensopivia laattasarjoja, joista voidaan latoa monimuotoisia kuvioita pintojen elävöittämiseksi. (Öhrnberg ym. 2006, 13.)

Betonilaatat eivät ole kestä raskaita kuormia yhtä hyvin kuin esimerkiksi betonikivet joten raskaan ajoneuvoliikenteen alueilla laattojen käyttöä ei suositella. Kevyemmin liikennöidyillä alueilla laatan paksuuden tulee olla vähintään 80 mm ja sivumitan alle 400 mm. Lisäksi suositellaan kapeaa saumaa ja juoksulimitystä. (Betoniteollisuus ry 2012c.)

Betonipintaisten laattojen väri vaihtoehdot ovat samat kuin betonikivillä. Pintakäsittely vaihtoehtoja on runsaasti, kuten ristipäähakattu pinta, hiekkapuhallettu pinta, sileä muotopinta, pesubetonipinta ja erilaiset kuvioilla elävöitetty pinnat. (Öhrnberg ym. 2006, 12–13.)

3.3.3 Betonikivien ja laattojen asennus

Yleensä betonikivien asennusalustana käytetään asennushiekkakerrosta ja betonilaatoilla asennusalustana käytetään myös maakostea betonia (Öhrnberg ym. 2006, 50).

Itse latominen suoritetaan yleensä käsin ja se aloitetaan yleensä kiinteästä rakenteesta. Latominen voidaan aloittaa myös tarkkaan määrätystä reunasta, joka ulkonäöllisistä syistä halutaan tehdä katkaisemattomin kivin. (Betoniteollisuus ry 2012e.)

Olemassa olevaan pinnoitteeseen, muuriin tai sokkeliin liitettäessä kiveyksen reuna pyritään tasaamaan esimerkiksi latomalla suorakaidekiviä poikittais- tai pituussuuntaisesti. Kiveyksenreuna on tuettava tukilankulla, mikäli se ei liity suoraan mihinkään kiinteään rakenteeseen. Myös päällystettävän alueen sisällä olevat tukemattomat kiveyksen reunat on tuettava. (Öhrnberg ym. 2006, 52.)

Kivet ja laatat asennetaan tiiviisti kiinni toisiinsa suunnitellun ladontamallin mukaisesti. Jotta asennushiekkakerros säilyy koskemattomana, asentaminen suoritetaan aina valmiilta päällystepinnalta. (Betoniteollisuus ry 2012e.)

Erilaisilla kapeilla radoilla yms. alueilla mitoitus on syytä tarkistaa koeladonnalla ennen kiinteiden (esim. reunatukien) asentamista että vältetään kivien katkaisemiselta (Suomen kuntatekniikan yhdistys ry 1997, 74).

Esimerkiksi betonikivien mittatoleranssin mahdolliset ongelmat vältetään kun asennuserä hankitaan samanaikaisesti, jolloin kohteessa ei ole eri ajankohtana tehtyä materiaalia (Öhrnberg ym. 2006, 52–53).

Kivipohjaisissa tuotteissa on myös luontaisia värieroja, joten kiviä kannattaa yhdistellä eri kuormalavoilta tasaisen lopputuloksen saavuttamiseksi (Lakan betoni Oy, pihakiviesite 2012, 15).

Betonikiveys ja laatoitus viimeistellään harjaamalla saumaushiekka (0,5–1 mm) kiveyksen saumoihin. Lopuksi betonikiveys vielä tiivistetään korkeintaan 100 kg tärylevyllä. Betonilaattoja ei tule täryttää. (Betoniteollisuus ry 2012e.)

Suuret yhtenäiset kuvioimattomat alueet joita ei ole jäsennelty eri materiaaleilla voidaan asentaa myös koneellisesti. Asennuspohja ja valmiin pinnan viimeistely tehdään kuten käsiasennuksessa ja reuna-alueiden asennus joudutaan yleensä tekemään myös käsin. Koneasennus sopii erityisesti terminaaleihin, raskaan liikenteen pihaille, paikoitusalueille ja satamiin. Asennuskoneiden päiväteho on noin 350–600 m². Jotta koneellinen asennus olisi sujuvaa, voidaan käyttää vain yhtä kuviota, kivityyppiä, värisävyä ja ladontamallia. (Öhrnberg ym. 2006, 53.)

3.4 Luonnonkivituotteet

Luonnonkiveä on historiassa yleisesti käytetty ulkoalueiden päällysmateriaalina. Luonnonkivi soveltuu hyvin mm. pihakatuja päällystämiseen, portaiden ja erilaisten muurien rakentamiseen sekä reunakiviksi. (Kiviteollisuus ry 2012a.) Sen arvostus ulkotilojen rakennusaineena perustuu hyvään lujuuteen, kestävyys- sekä edustavaan ulkonäköön (Mesimäki 2006, 135).

Luonnonkivirakenteiden suunnittelussa on otettava huomioon, että erilaisten luonnonkivityyppien ulkonäkö, fysikaaliset ja käyttötekniset ominaisuudet sekä soveltuvuus vaihtelevat (Mesimäki 2006, 33). Graniitti ja muut syväkivet soveltuvat lujuutensa ja säänkestävyytensä ansiosta hyvin ulkotiloihin. Marmoreita, kalkkikiviä ja muita karbonaattikiviä ei käytetä nykyisin ulkotilojen kivirakentamiseen yhtä paljon kuin ennen, niiden huonon säänkestävyyden vuoksi. Vuolukivi taas soveltuu hyvin säänkestävyytensä puolesta useimpiin ulkotilojen kivirakenteisiin, mutta sitä ei suositella pehmeytensä vuoksi käytettäväksi alueille joissa liikennekuormat ovat suuret. Liuskeet ja kvartsiitit ovat yleisesti käytettyjä päällysteitä pihoiden ja kulkuväylillä. Liuskeista valmistetaan myös muurirakenteita. (Mesimäki 2006, 138–139.)

3.4.1 Tasokiveykset

Luonnonkivisten tasokiveystarvikkeiden tuoteryhmät ovat: noppakivet, nupukivet eli katukivet, katulaatat ja kenttäkivet (Mesimäki 2006, 139).

Noppakivi on kuutionmuotoinen kivituote joka tyypillisesti mitoiltaan 50 mm tai 90 mm ja korkeudeltaan 140 mm. Se voi olla lohkottu tai sahattu mutta myös poltettupintaisia kiviä on saatavilla. (Kiviteollisuus ry 2012b.)

Nupukivi suorakulmainen lohkomalla tai sahaamalla valmistettu kivituote, jonka mitat määritetään näkyvälle pinnalle. Kivenkulmat ovat ehjät ja yläpinta on suorakulmainen, alapinta tavallisesti yläpintaa pienempi. Nupukiven koko voi olla esimerkiksi 140 x 250 x 140 mm, mutta niitä voidaan valmistaa myös 80 mm:n korkuisina jolloin ne ovat helposti yhdistettävissä muihin määramittaisiin pinnoitusmateriaaleihin. Nupukiven sivu-

pinnat ovat likimain kohtisuorat ja niin tasaiset ja suorat että kivien sauma on enintään 10 mm levyinen. (Mesimäki 2006, 140.);(Kiviteollisuus ry 2012b.)

Katulaatat ovat yleensä graniitista valmistettuja, suorakaiteen muotoiseksi sahattuja laattoja. Pintakäsittelynä katulaatoissa on yleensä poltto tai ristipäähakkaus. Pinnat ovat suorat, mutta reunat voidaan valmistaa myös lohkomalla. (Kiviteollisuus ry 2012b.) Katulaattojen paksuudet ovat yleensä 50 mm tai 80 mm (Mesimäki 2006, 141).

Kenttäkivet ovat pyöreähköjä, luonnossa hioituneita päällystekiviä. Kenttäkiviä kutsutaan myös pyörökiviksi, mukulakiviksi, vierinkiviksi ja seulanpääkiviksi. Kenttäkivet soveltuvat hyvin käytettäväksi esimerkiksi liikenteenjakajiin, korokkeisiin ja muihin pinnoille, jossa ei ole suoranaista liikennettä. Pienien kenttäkivien halkaisija on noin 70–150 mm ja suurien 150–250 mm, kookkaampia kenttäkiviä, joita kutsutaan pulteiksi, voidaan käyttää esimerkiksi puistoissa ja istutuksissa. (Kiviteollisuus ry 2012b.)

3.4.2 Luonnonkivien asennus

Ennen asennuspohjan tekoa on alapuolisen rakenteen kaltevuudet, korkeus ja tasaisuus tarkistettava, sekä esimerkiksi mahdollisten sadevesikaivojen sijainti ja korkeusasema (Suomen betonitieto oy 1997, 78).

Asennushiekkakerros on yleinen nupu-, noppa- ja kenttäkivien asennustapa. Asennuspohjana voidaan käyttää myös maakostea betonia kun päällysteen kantavuutta halutaan parantaa heikosti kantavalla maapohjalla tai kun alue on raskaasti kuormitettu. (Kiviteollisuus ry 2012a.)

Asennushiekkakerroksen paksuuteen vaikuttavat käytettävä kivimateriaali ja kivien kiveyksen vaihtelu siten että kivien korkeuden vaihdellessa paljon, joudutaan käyttämään paksumpaa asennushiekkakerrosta. Asennushiekkakerroksen paksuuden oikealla valinnalla on oleellinen vaikutus kiviä päällysteen pinnan tasaisuuden säilymiseen pidemmällä aikavälillä. (Suomen betonitieto oy 1997, 78.)

Nupukiveyksen asennushiekkakerros paksuus on yleensä 50 mm, noppakiveyksellä 40 mm ja muille kiville 30 mm. Hiekka levitetään mieluiten kahtena kerroksena, siten että

ensimmäinen kerros (25–30 mm) tasataan ja tiivistetään ja toinen kerros (10–15 mm) levitetään juuri ennen asennusta. (Kiviteollisuus ry 2012a.)

Maakostea betonin asennuspohjana käytettäessä on betonikerroksen paksuus oltava vähintään 100 mm, ellei suunnitelmassa ole muuta mainittu. Kivet asennetaan tiivistetyn betonikerroksen päälle vähintään 1/3 korkeudestaan. (Kiviteollisuus ry 2012a.) Uloimmaisten kivien reunat tuetaan betonilla noin puolen kiven korkeuteen (Suomen betonitieto oy 1997, 79).

Lopuksi kiveys saumataan (ohjeellinen sauman leveys 3–8 mm) saumaushiekalla ja tiivistetään tärvelvyä käyttäen. Saumaus voidaan tehdä myös bitumisaumauksena jolloin saumat jätetään noin 5 mm väljemmiksi. Tällaista saumausta käytetään alueilla joita pestään useasti (esimerkiksi toreilla). Puutarhoissa kiveys voidaan saumata myös ruohosaumalla (20–25 mm), jolloin asennushiekkakerroksen päälle levitetään lannoitekerros ja kivien saumat täytetään multahiekalla (n.20 mm), johon kylvetään ruohon tai apilansiementä. Maakosteet betoniin asennetut massiivikivilaatat saumataan saumausbetonilla. (Kiviteollisuus ry 2012a.)

3.5 Reunatuet

Reunatukia ja -kiviä käytetään päällysteen pinnan purkautumisen estämiseen ja pintojen eri osien jakamiseen. Tavallisesti reunatuet ovat suoria tai kaarevia kappaleita. Kokonsa ja muotonsa mukaisesti niitä käytetään eri tarkoituksiin. (Eskola 2000, 22.)

Betonista valmistetaan liimattavia, naulattavia ja upotettavia reunatukia. Liimattava reunakivi on tarkoitettu lähinnä asfaltin pintaan ja se asennetaan joko kylmäliimauksena tai pintaa lämmittämällä. Naulattava tuki soveltuu myös asfalttipinnoille. Upotettavia reunakiviä käytetään yleensä betonikiveysten yhteydessä. (Eskola 2000, 22.)

Luonnonkivestä valmistettuja reunakiviä on perinteisesti tehty joko harmaasta tai punaisesta graniitista (Kiviteollisuus ry 2012c). Kooltaan ja pintakäsittelyltään niistä on erilaisia (Liite 5). Reunakivi tyyppejä ovat, yleiskäyttöön mutta ei pysäköintialueille soveltuva lohkomalla valmistettu raakareunakivi, yleiskäyttöön soveltuva, sahaamalla valmistettu suorakaidekivi, paikoitusalueen reunaan soveltuva, lohkomalla valmistettu viis-

tereunakivi, sahaamalla valmistettu yleiskäyttöön soveltuva vaakareunakivi ja etureunasta viistetty faasireunakivi sekä lohcoreunainen reunakivi. (Eskola 2000, 22–23.)

Luonnonkivisten reunakivien asennustapa riippuu mm. alueen käyttötarkoituksesta. Kevyemmän liikenteen alueilla reunakivi voidaan asentaa asennushiekkään mutta yleensä kivi upotetaan (n.120 mm) maahan ja asennetaan maakosteaan betoniin. Jos alueen liikenteen kuormitus on vähäinen ja reunakivien pohjat on sahattu suoraksi, voidaan asennus suorittaa liimaamalla hartsi- tai bitumipohjaisilla liimoilla. (Mesimäki 2006, 149–150.)

3.6 Muut ympäristötuotteet

Muita ulkoalueiden ympäristötuotteita ovat mm. vesikourut, tukimuurit ja muurit, portaat ja erilaiset kalusteet.

Vesikourut toimivat vedenohjaimena sekä kiveystä koossa pitävänä reunatukena. Vesikouruja valmistetaan mm. betonista päällystekivien sävyissä. (Betoniteollisuus ry 2012d.) Kouruelementtien asennuspohjana käytetään asennushiekkakerrosta. Päällystetyn alueen reunassa, kourun alla ja ulkoreunan tuentana käytetään maakostea betonaa, jos kouru ei tukeudu mihinkään kiinteään rakenteeseen. Luiskien vesikourut asennetaan korkeudeltaan jäykkään betonimassaan. (Öhrnberg ym. 2006, 60.)

Muureilla voidaan rajata alueita toisistaan. Esimerkiksi alueilla, joissa on korkeuseroja, tukimuureja voidaan rakentaa estämään eroosiota ja pengertää rinnettä useaan tasoon. Muureja voidaan tehdä luonnonkivistä, harkoista, tiilistä, betonista paikalla valaen tai betonielementeistä. (Mäki ym. 2000, 64.)

Portaiden materiaali valitaan päällysteisiin ja muihin rakenteisiin sopivaksi. Portaiden suunnittelussa on otettava huomioon erityisesti turvallisuus mm. valitsemalla oikea materiaali, mitoittaessa askelmia, suunniteltaessa kaiteita jne. (Mäki ym. 2000, 64–67.)

Muottiin valamalla betonista voidaan valmistaa myös esimerkiksi pöytiä, penkkejä, roska-astioita jne. (Öhrnberg ym. 2006, 16).

4 Kohde

4.1 Pohjatytöt

Esimerkkikohde on pientalon piha-alue Joensuussa. Päälystettävä piha-alueen pinta-ala on n.230–250 m² (Luonnos piha-alueesta liitteessä 6). Pohjatytöt tulisi tehdä päälystettävää alaa suuremmaksi. Alueen ollessa kevyesti liikennöity riittää rakenteen kokonaispaksuudeksi noin 500 mm (kun routasuojaus tehdään routasuojauslevyä käyttäen). Arvioitujen routimiskertoimen (SP) ollessa 10 mm²/Kh, Joensuun mitoituspakkasmäärän (F10) 45000Kh ja sallitun routanousun 100 mm kerran kymmenessä vuodessa, on routaeristetyn päälysrakenteen tarvittava lämmönvastus (m) oltava 1,2 m²K/w. EPS-120 routasuojauslevyn lämmönjohtavuuden suunnitteluarvon ollessa 0,043 W/mK, on routaeristeen paksuus oltava vähintään 50 mm (liite3).

Pohjamaan yläpuoliset kerrokset ovat kuivatuskerros, routaeristelevy, suodatinkangas, tukikerros ja päälyste. Kuivatuskerroksena käytetään soraa tai mursketta (#0–60 mm) ja kerroksen paksuus on n.200 mm. Routaeristykseenä voidaan käyttää esimerkiksi EPS-120 routasuojauslevyä (50 mm), jonka päälle asennetaan suodatinkangas (KL2). Tuki-kerroksena käytetään murskesoraa (#0–32 mm) vähintään 300 mm. Betonikivet ja luonnonkivet sekä nurmikonreunakivet asennetaan 30–40 mm paksuun asennushiekkakerrokseen (# 0–8 mm). Lopuksi Betonikivet ja luonnonkivet saumataan saumaushiekkalla (# 0–0.6 mm).

Alueen maanrakennustöitä suunniteltaessa on huomioitava että kun maa-aines kaivetaan ja siirretään autonlavalle, maa löyhtyy ja sen tilavuus kasvaa. Täyttötöiden yhteydessä tilavuus pienenee, kun maa-aines tiivistetään paikalleen. Hiekkamoreeni löyhtyy noin 1,5-kertaiseksi, savi noin 1,7 ja silti, hiekka tai sora noin 1,3-kertaiseksi. (Infra ry 2012, 26.)

Täyttömateriaali tilataan kuutioittain tai tonneittain. Kiviaineksen kuljetukseen käytettävään 3-4 akseliseen kuorma-autoon saa lastata noin 20 tonnia maa-ainesta. Esimerkiksi hiekkamoreenin painon ollessa maassa ennen kaivua 2,25 tonnia/kiintokuutio, painaa maa-aines löyhtyneenä noin 1,5 tonnia/irtokuutio. (Infra ry 2012, 26.) Hankittava täyttömateriaalin määrä on keskimääräisesti 1,4 x täytettävä tilavuus (RT 6017, 2010, 31).

Taulukko 6. Pohjatöiden karkeat työmenekit.

| Pohjatöiden karkeat työmenekit (Ratu 6017, talonrakennusteollisuus ry ym.) | | |
|--|---------------------------------|---|
| | | Suoritemäärä 250m ² /125m ³ ctr |
| Mittaus ja merkintä | 0,04tth/100m ² | 0,1tth |
| Koneellinen maankaivu | 800...1140m ³ ctr/tv | n.0,2tv |
| Kaivu massojen kuljetus | 16kuormaa/tv | n.16 kuormaa |
| Kuljetusmatka 8km Kuorman koko 12m ³ itd/tv | 192m ³ itd/tv | |
| Täyttö ja tiivistys | | |
| Liikenne alueiden täyttö ja tiivistys | 0,038tth/m ³ rtr | 4,75tth |
| Kuitukankaan asennus | 0,004tth/m ² | 1tth |
| Pinnan tasaus ja routa- suojauslevyjen ladonta | 0,03tth/m ² | 7,5tth |
| | Yhteensä | n.13tth + koneellinen maankaivu ja kaivu massojen kuljetus |

m³ctr = teoreettinen kiintotilavuusm³rtr = teoreettinen rakennetilavuusm³itd = todellinen irtotilavuus

Kyselemieni tarjousten perusteella (2012) kaivinkoneen (15–20 tn) ja kuljettajan tuntiveloitus on Joensuunseudulla n.60–85 €/h(+alv). Kaivumassojen kuljetukseen käytettävän 4-akselisen kuorma-auton tuntiveloitus oli kyselyiden perusteelle n.60 - 85 €/h(+alv).

Esimerkiksi Joensuun jäteasema, Puhas Oy vastaan ottaa ylijäämä maata hintaan 3€/t(sis.alv23%), (1.1.2012). 16 kuormallista ylijäämä maata on yhteensä n. 320t.

Taulukko 7. Taulukossa on esitetty pohjamateriaalien materiaalihintoja (kesä 2012).

| Pohjatöiden materiaalit | | | Materiaali hinnat €/m ² (verollinen) |
|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|---|
| Täytesora 0-60mm | 200mm | 10,40€/m ³ | 2,90€ (tiivistettynä) |
| EPS 120 routasuojauslevy | 50mm(1,2m ² /levy) | 53,70€/pkt | 4,80€ |
| Suodatinkangas KL2 | 5x25m, 125m ² /pkt | 65€/pkt | 0,52€ |
| Murskesora 0-32mm | 300mm | 15,60€/m ³ | 4,70€(tiivistettynä) |
| | | | Yhteensä: 12,90€ (3225€/250m ²) |

4.2 Päälystäminen

Taulukossa 8 on esitetty eri päälystevaihtoehtojen kerrospaksuuksia, tuotteiden koko sekä suuntaa-antavia materiaalihintoja saamieni tarjousten ja tiedusteluiden perusteella. Materiaalien kokonaishintaan tulee lisätä myös rahdin osuus.

Taulukko 8. Tuoteluettelo (Kesä 2012).

| Tuote | Kerrospaksuus/koko | Materiaali hinnat(verollinen) |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Soramurske (0-12mm) | 50-100mm | 15,60€/m ³ |
| 2. Kivituhka (0-3mm, mieluiten karkeampi) | 30-50mm | 13,10€/m ³ |
| 3. Betonikiveys | | |
| Pihakivi, harmaa | 278x138x60mm(26kpl/m ²) | 12,50€/m ² |
| Pihakivi, värillinen | 278x138x60mm(26kpl/m ²) | 14,50€/m ² |
| 4. Luonnonkiveys | | |
| Nupukiveys | 10x10x10(85kpl/m ²) | 70€/m ² |
| Noppakiveys | 20x14x14(28kpl/m ²) | 130€/m ² |
| 5. Asfaltointi | 40mm | |
| 6. Reunakivet | | |
| Betoninen nurmikon reunak. | Pituus 600mm | 3,90€/kpl |
| Luonnonkivinen reunakivi | Leveys: 100 - 200 mm | 25€/jm |
| | Korkeus: 100 - 200 mm | |
| | Pituus: 300 - 1200 mm | |
| Harmaa tai punainen,graniitti | | 85€/jm |
| 7. Asennushiekka (0-8mm) | 30-40mm | 13,10€/m ³ |
| 8. Saumaushiekka (0-0.6mm) | 25kg/sk, (2-3kg/m ²) | 3,90€/sk |

Esimerkiksi 230 m² kokoisen alueen soramurskepäälysteen materiaalikustannukseksi muodostuu n.268 € ja rakennustyön karkea työmenekki on 20 tth (Liite 6). Kivituhka-päälystykseen karkea työmenekki on sama mutta päälysmateriaalin hinta on edullisempi, n.161 €.

Betonikivien hinnat vaihtelevat suuresti. Edullisin pihakivi, saamieni tarjousten perusteella oli harmaan värinen betonikivi. Koko alueen päälystämiseen vaadittavan betonikiveyksen hinnaksi muodostuu materiaalien osalta n. 2875 € sekä toimituksesta aiheutuvat kulut. Betonikiveys voidaan lisäksi rajata betonisella nurmikon reunakiveyksellä

(n.60 m), joiden hinta on 390 € sekä toimituksesta aiheutuvat kulut. Lisäksi betonikiveyksen asennuspohjana käytetään asennushiekkaa ja valmiin kiveyksen saumaamiseen tarvitaan saumaushiekkaa. Asennus- ja saumaushiekankustannukset ovat yhteensä n.218 €. Betonikiveyksen ja reunakiveyksen rakentamisen karkea työ menekki on n. 121 tth (Liite 7).

Luonnonkiveys on arvokas materiaali. Koko alueen luonnonkivi päällystämistä edullisempi mutta myös näyttävä vaihtoehto olisi mielestäni esimerkiksi luonnonkiviset nop-pakivi raidat (Liitteessä 7 on esitetty luonnonkiveyksen karkeat rakennustyömenekit).

Asfaltoinnin hinta 16,50 €/m², on puhelintiedustelun kautta saatu kokonaishinta (kesä 2012), silloin kun työ voidaan suorittaa muiden isompien töiden, esimerkiksi tien päällystyksen yhteydessä. Kokonaishinta tulisi näin ollen olemaan 3795 €. Liitteessä 7 on eritelty asfaltoinnin karkeat työmenekit.

4.3 Yhteenveto

Tyypillisimpien päällysteiden kustannuksien eroavaisuudet ovat huomattavan suuria riippuen siitä, mitä materiaalia halutaan käyttää. Edullisimmat materiaalit ovat selkeästi myös helpompia ja nopeampia asentaa. Betonituotteiden laajan valikoiman johdosta myös erilaisten betonikiveyksien hinnat voivat vaihdella suuresti. Pohjatöiden osalta esimerkiksi kohteen mahdollisten urakoitsijoiden kilpailuttamisella voidaan vaikuttaa myös kustannuksien lopulliseen summaan.

Taulukko 9. Päällysteiden kustannukset.

| Päällyste | Materiaali kustannukset | Työmenekki | Työkustannukset (21€/tth) | kokonaishinta (230m ²) | €/m ² |
|---------------|-------------------------|------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Kivituhka | 161 € | 20tth | 420 € | 581 € | 2,50€/m ² |
| Soramurske | 268 € | 20tth | 420 € | 688 € | 3€/m ² |
| Asfaltointi | | | | 3 795 € | 16,50€/m ² |
| Betonikiveys | 2 875 € | 121tth | 2 541 € | 5 416 € | 23,50€/m ² |
| Luonnonkiveys | 16 100 € | 225tth | 4 725 € | 20 825 € | 90,50€/m ² |

Taulukoon on listattu päällysmateriaalihinnat (verollinen) ja asentamisen karkeat työ-kustannukset kun pohjatyöt ovat tehty. Betonikiveyksen ja luonnonkiveyksen karkeat

työmenekit sisältävät betonisenreunakiveyksen asentamisen (n.60 m). Betonisen tai mahdollisesti luonnonkivisen reunakiven materiaalihinta tulee lisätä kokonaishintaan. Työkustannukseksi on arvioitu 21 €/tth, sisältäen sosiaalikulut.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää lukijaa piha-alueiden pohja- ja päällysrakenteisiin, suunnittelun perusteisiin, erityisesti routamitoitukseen sekä tyypillisimpien päällysteiden ominaisuuksiin ja asentamiseen.

Pihan pohja- ja päällysrakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon monia tekijöitä, joita opinnäytetyössä on esitelty pääpiirteittäin. Piha-alueiden rakenteiden suunnittelun haastavuus, rakentaminen ja sitä myötä myös kustannukset voivat vaihdella hyvinkin suuresti mm. pohjamaan ja käytettävä päällysmateriaalin mukaan. Laadukkaan ja kestävä lopputuloksen takaamiseksi etenkin pohjatöihin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota.

Opinnäytetyötä tehtäessä selvisi odotetusti että sora- ja kivituhka päällysteet ovat selkeästi helpoin ja edullisin päällystevaihtoehto. Asfaltointi ja betonikiveys nostavat rakentamisen hintaa moninkertaiseksi, luonnonkiveyksen ollessa erityisen arvokas.

Mielestäni erilaisia päällysmateriaaleja ja muita ympäristötuotteita yhdistelemällä voidaan saada aikaan näyttävä kokonaisuus joka on myös kestävä ja käytännöllinen. Siksi henkilökohtaisesti annan suurta arvoa ammattitaitoiselle pihasuunnittelulle joka yhdistettynä ammattitaitoiseen rakentamiseen takaa viihtyisän piha-alueen jolla on suurimerkitys asuinviihtyvyyteen lisäksi myös kiinteistön arvoon nähden.













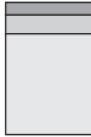


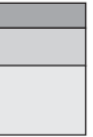
Lähteet





- Betoniteollisuus ry. 2012a. Betonituotteet. [Viitattu 10.9.2012]
<http://www.betoni.com/betonituotteet/ymparistotuotteet>
- Betoniteollisuus ry. 2012b. Betonikivet. [Viitattu 10.9.2012]
<http://www.betoni.com/betonituotteet/ymparistotuotteet/betonikivet>.
- Betoniteollisuus ry. 2012c. Laatat. [Viitattu 8.10.2012]
<http://www.betoni.com/betonituotteet/ymparistotuotteet/laatat>
- Betoniteollisuus ry. 2012d. Tuotteet. [Viitattu 10.9.2012]
<http://www.pihakivi.com/tuotteet>.
- Betoniteollisuus ry. 2012e. Pihakiveyksen asentaminen. [Viitattu 11.10.2012]
<http://www.pihakivi.com/ohjeet/kiveyksen-asentaminen>
- Eskola, R. 2000. Ympäristön kivikirja. Hämeenlinna. Hämeen ammattikorkeakoulu julkaisu C:23.
- Jääskeläinen, R. 2009. Geotekniikan perusteet. Jyväskylä. Tammertekniikka/Amk-kustannus Oy.
- Kivikoski, H. 2007. Talonrakennuksen routasuojausohjeet. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Kivikoski, H. & Saarelainen, S. 2009. Katujen ja pihojen routasuojaus EPS- routaeristeillä. Muoviteollisuus ry, EPS- rakennuseristeteollisuus, VTT. Espoo. Saatavissa: http://www.eps-eriste.fi/fin/ammattilaiselle/piha-alueiden_routasuojaus/
- Kiviteollisuus ry. 2012b. Päälystekivet. [Viitattu 15.3.2012]
<http://www.finstone.fi/suunnittelu/paallystekivet.php>.
- Kiviteollisuus ry. 2012a. Suunnittelu. [Viitattu 15.4.2012]
http://www.finstone.fi/suunnittelu/ulkotilojen_luonnonkivirakenteet.php.
- Kiviteollisuus ry. 2012c. Reunakivet. [Viitattu 2.7.2012]
<http://www.finstone.fi/suunnittelu/reunakivet.php>.
- Lakan Betoni Oy. Pihakivi-esite. 2012. [Viitattu 30.9.2012.]. Saatavissa:
<http://www.lakanbetoni.fi/app/product/list/-/id/2>
- Lemminkäinen infra Oy. 2012a. Asfalttiesite. [Viitattu 30.9.2012]. Saatavilla:
http://www.lemminkaineninfra.fi/fi/Tuotteet_ja_palvelut/Paallystys/Tiet_ja_kadut
- Lemminkäinen infra Oy. 2012b. Tuotteet. [Viitattu 31.3.2012].
<http://www.lemminkaineninfra.fi/fi/Pienrakentajat/Asfaltti/Tuotteet>

- Mesimäki, P. 2006. Luonnonkivirakenteiden suunnitteluohje. Helsinki. Kiviteollisuus Ry.
- Mäkelä, H. & Hoikkala, S. 1994. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Mäki, T., Penttilä, H. & Koskenkorva, A. 2000. Pientalon piha. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- News Oy / Sanoma Digital. 2.3.2012. Muista routasuojata pihasi oikein. [Viitattu 4.10.2012]
http://www.rakentaja.fi/artikkelit/9044/muista_routasuojata_pihasi.htm
- Palolahti, T., Mittaviiva Oy. 2010. Pientalon maanrakennustyöt, ohjeita konepalvelun ja pienurakoiden tilaajalle. Infra Ry:n julkaisu. [Viitattu 30.9.2012]. Saatavilla:
http://www.infrary.fi/files/3305_Pientalon_maanrakennustyot.pdf
- Ratu6017. Rakennustöiden menekit 2010. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTs, Rakennustieto Oy. Helsinki. [Viitattu 30.9.2012].
- RT- kortti 18-0254. Lokakuu 2002. Alueen pintarakennetyö. Rakennustieto Oy. [Viitattu 30.9.2012].
- RT89-11002. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. 2010. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Suomen kuntatekniikan yhdistys ry. 1997. Betoni- ja luonnonkivituotteet päällysrakenteena. Helsinki. Suomen betonitieto Oy. Julkaisu 14.
- Suomenrakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Osa B3. Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet. [Verkkodokumentti]. 2004. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>
- Suomen ympäristökeskus. 20.9.2012. Hulevesien hallinnan kehittäminen. [Viitattu 21.11.2012] <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=419936&lan=FI>
- Viherrakentajat Ry. Puutarhaunelma.fi. 29.4.2010. Piharakentaminen lisää kiinteistön arvoa. [Viitattu 30.9.2012.]
<http://www.puutarhaunelma.fi/index.php?section=45>
- Öhrnberg, K., Saikkonen, J., Heino, M., Mattila, P. & Petrow, S. 2006. Betonituotteet ympäristörakentamisessa. Helsinki. Rakennusteollisuus RT, Betonitieto Oy.

Päällysrakenteen tyypillisiä kerrospaksuuksia.

Taulukko 4. Laatuluokan 2 mukaisten pihatyyppien tavanomaisten päällysrakennekerrosten tyypillisiä kerrospaksuuksia eri maaperäolosuhteissa. Routamitoitus suoritetaan paikkakuntaakohtaisesti. Taulukon arvot vastaavat eristämättömän rakenteen (massanvaihto) paksuuksia Etelä-Suomessa ($F_{10} = 30\,000\text{ Kh}$).

| Olosuhteet/ maalaji | Pihan aluetyyppi Aluetyyppi 1 | Aluetyyppi 2 | Aluetyyppi 3 | Aluetyyppi 4 |
|--|--|---|--|---|
| Kallio |  ≥ 50 50 |  ≥ 50 100 |  ≥ 50 150 |  ≥ 50 200 |
| Routimaton kantava maapohja: hiekkä, sora |  ≥ 50 100 |  ≥ 50 50/150 200/0 Hk/Sr |  ≥ 50 100/250 200/0 Hk/Sr |  ≥ 50 150/300 300/0 Hk/Sr |
| Keskinkertaisesti routiva maapohja: moreeni, homogeeninen savi, routimiskerroin SP 5 mm ² /Kh |  1) ≥ 50 100 150 2) ≥ 50 100 150 400 900 700 1200 |  1) ≥ 50 100 200 2) ≥ 50 100 200 350 850 700 1200 |  1) ≥ 50 150 250 2) ≥ 50 150 250 250 750 700 1200 |  1) ≥ 50 200 300 2) ≥ 50 200 300 150 650 700 1200 |
| Erittäin routiva maapohja: siltti, kerroksellinen savi routimiskerroin SP 10 mm ² /Kh |  ≥ 50 100 150 100 150 800 1200 1100 1500 |  ≥ 50 100 200 100 200 750 1150 1100 1500 |  ≥ 50 150 250 150 250 650 1050 1100 1500 |  ≥ 50 200 300 200 300 550 950 1100 1500 |
| Pehmeikkö: savi, vahvistamaton maapohja, sallittu routimismuutos 50...100 mm | <p>Sarakkeen 1) alla olevia kerrospaksuuksia käytetään silloin, kun sallittu routanousu on 100 mm</p> <p>Sarakkeen 2) alla olevia kerrospaksuuksia käytetään silloin, kun sallittu routanousu on 50 mm</p> <p>Pehmeikköalueella routamitoitus tehdään yllä esitetyn keskinkertaisesti routivan pohjamaan mukaan.</p> <p>Rakenteen (päällysrakenne ja penger) vakavuus (stabiilitetti) ja painumat selvitetään geoteknisten laskelmien avulla. Lopulliset rakennekerrospaksuudet, mahdollinen kevennystarve ja pohjamaan vahvistamistarve suunnitellaan geoteknisten laskelmien tulosten perusteella.</p> | | | |

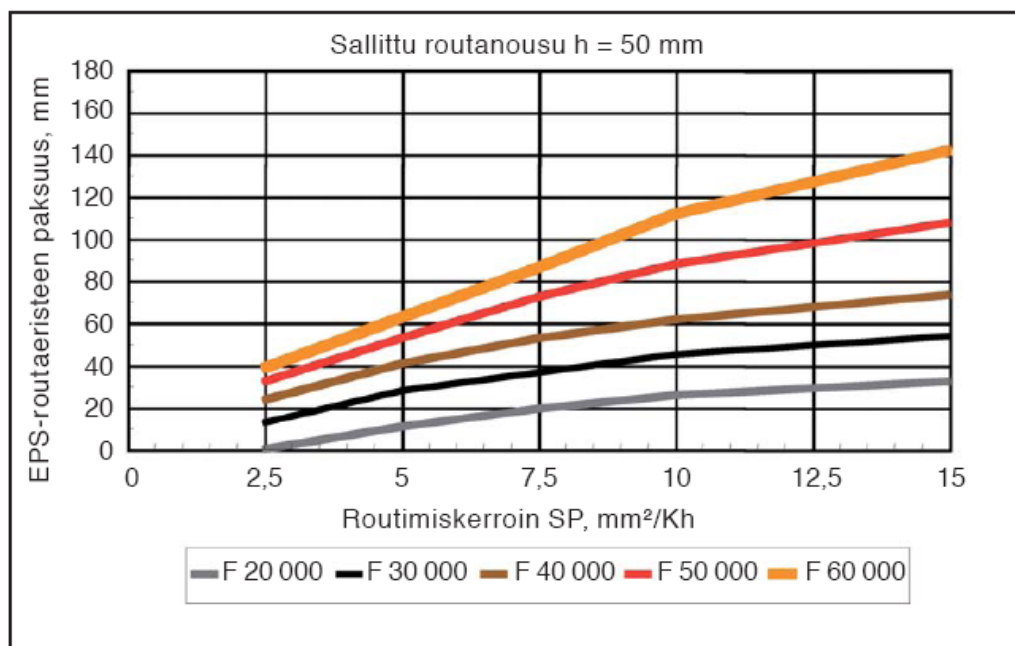


päällyste
kantava kerros
jakava kerros
eristys-/suodatinkerros

- Kallion pinta on tasattava rakennekerrosten alla olosuhteiden edellyttämään tasoon.
- Pehmeikköalueella rakenteen painumat ja penkereen mahdollinen vakavuus selvitetään geoteknisten laskelmien avulla. Lopulliset rakennekerrospaksuudet määräytyvät pohjamaan mahdollisen vahvistustavan mukaan. Taulukossa esitettyjä vahvistamattoman pehmeän pohjamaan rakennekerrospaksuuksia voidaan käyttää, kun penkereen vakavuus on riittävä ja kun painuma ei ylitä valitussa laatuluokassa sallittua painumaa.
- Pilaristabiloidulla maapohjalla päällysrakenteen paksuus vaihtelee yleensä 1000...1300 mm pilarien läpimitasta ja pilari-välistä riippuen ja kevytsoralla tai EPS:llä kevennetyssä rakenteessa 500...600 mm

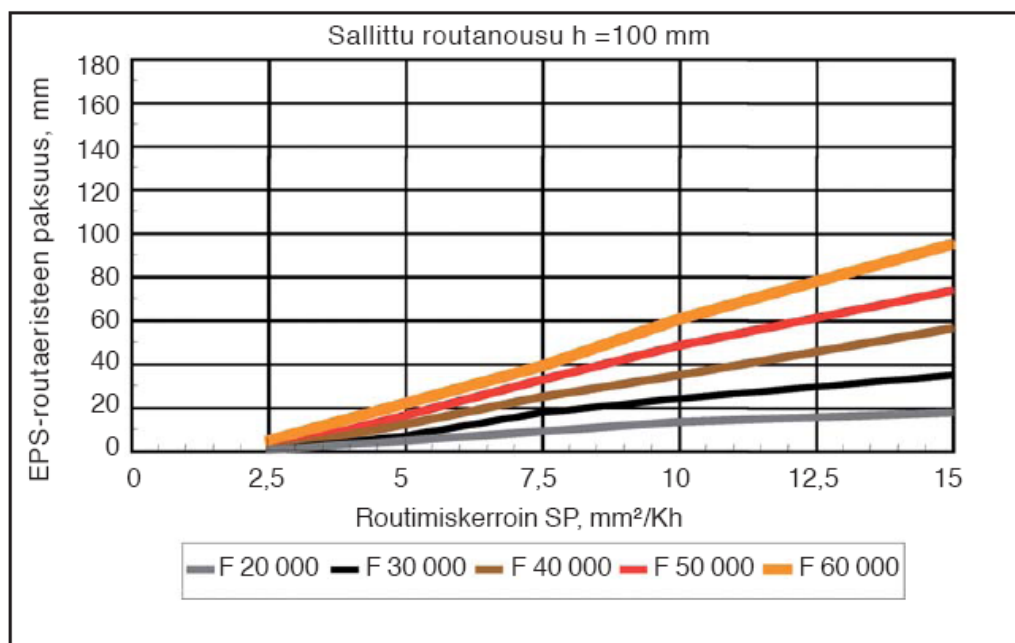
Lähde: RT89-11002, Pihojen pohja- ja päällysrakenteet, ohjeet elokuu 2010. Rakennustieto oy, 5.

Routasuojauksen mitoituskäyrästäjä



Kuva 5.

EPS-routaeristeen paksuus pakkasmäärän ja routimiskertoimen suhteen, kun routanousu kerran 10 vuodessa on $h = 50 \text{ mm}$. Käyrä perustuu mitoittavaan lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoon $\lambda_{\text{design}} = 0,043 \text{ W/mK}$. Muille laaduille paksuus määritetään kertomalla kuvasta 5 saatu arvo λ -suhteella.

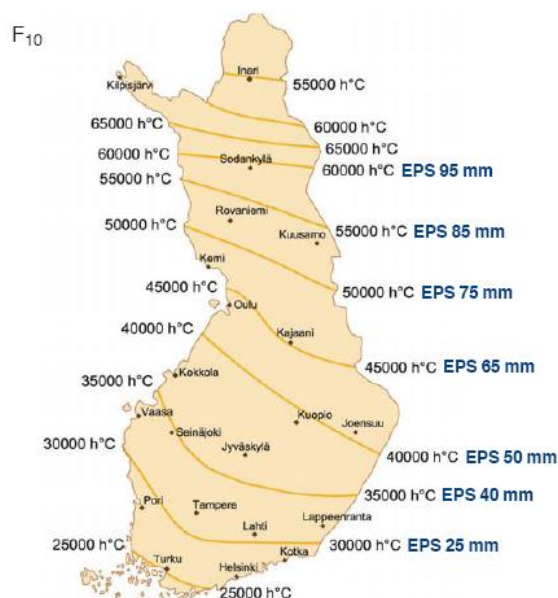


Kuva 6.

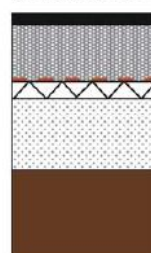
EPS-routaeristeen paksuus pakkasmäärän ja routimiskertoimen suhteen, kun routanousu kerran 10 vuodessa on $h = 100 \text{ mm}$. Käyrä perustuu mitoittavaan lämmönjohtavuuden suunnitteluarvoon $\lambda_{\text{design}} = 0,043 \text{ W/mK}$. Muille laaduille paksuus määritetään kertomalla kuvasta 6 saatu arvo λ -suhteella.

EPS-routasuojauksen likimääräismitoitus

Pihojen ja pihateiden EPS-routasuojauksen likimääräismitoitus routivalla ja erittäin routivalla maapohjalla



Routaeristeen paksuus, routiva moreeni
Routimiskerroin SP 5 mm²/Kh
Routanousu 50 mm kerran 10 vuodessa

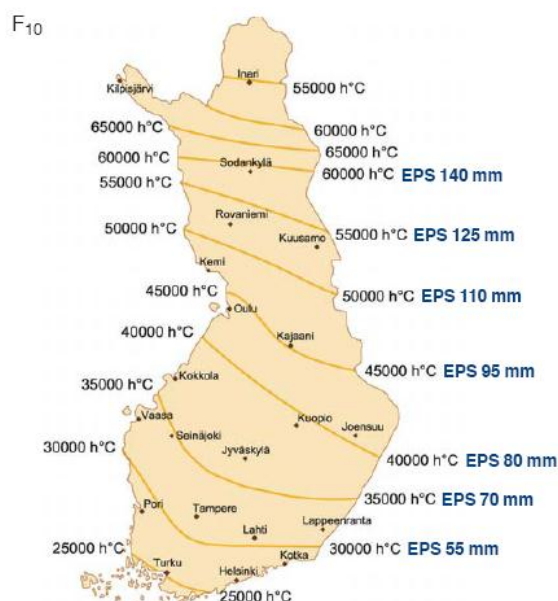


Päälyste
Tukikerros, murske 300–500 mm
Suodatinkangas II–III lk.
Routaeriste (EPS 120 Routa tai lujempi)
Kuivatuskerros
Sora tai murske >200 mm
Pohjamaa
Routiva moreeni

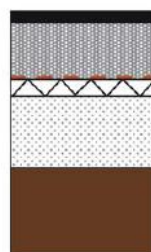
Käytettäessä laatua EPS 200 Routa, EPS 300 Routa tai EPS 400 Routa kerrotaan paksuudet kertoimella 0,84.

Kuva L3.1.

Pihojen ja pihateiden EPS-routasuojaus moreenipohjamaalla, kun routanousu h on 50 mm. Tavallisin minimilevypaksuus on 50 mm (myös 30 mm levyjä valmistetaan).



Routaeristeen paksuus, routiva silti tai savi
Routimiskerroin SP 10 mm²/Kh
Routanousu 50 mm kerran 10 vuodessa



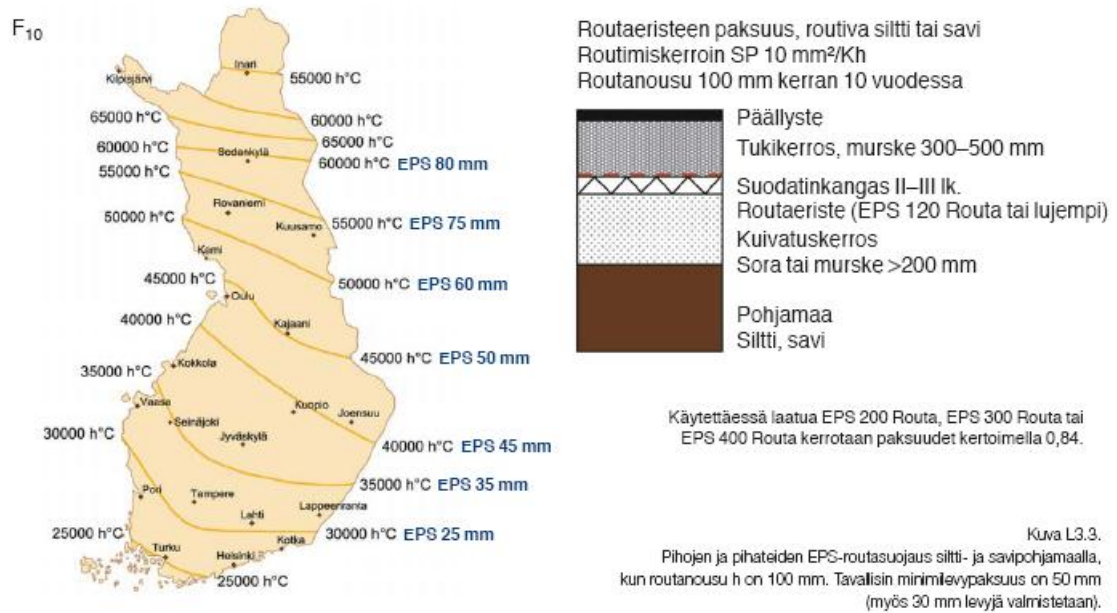
Päälyste
Tukikerros, murske 300–500 mm
Suodatinkangas II–III lk.
Routaeriste (EPS 120 Routa tai lujempi)
Kuivatuskerros
Sora tai murske >200 mm
Pohjamaa
Siltti, savi

Käytettäessä laatua EPS 200 Routa, EPS 300 Routa tai EPS 400 Routa kerrotaan paksuudet kertoimella 0,84.

Kuva L3.2.

Pihojen ja pihateiden EPS-routasuojaus siltti- ja savipohjamaalla, kun routanousu h on 50 mm.

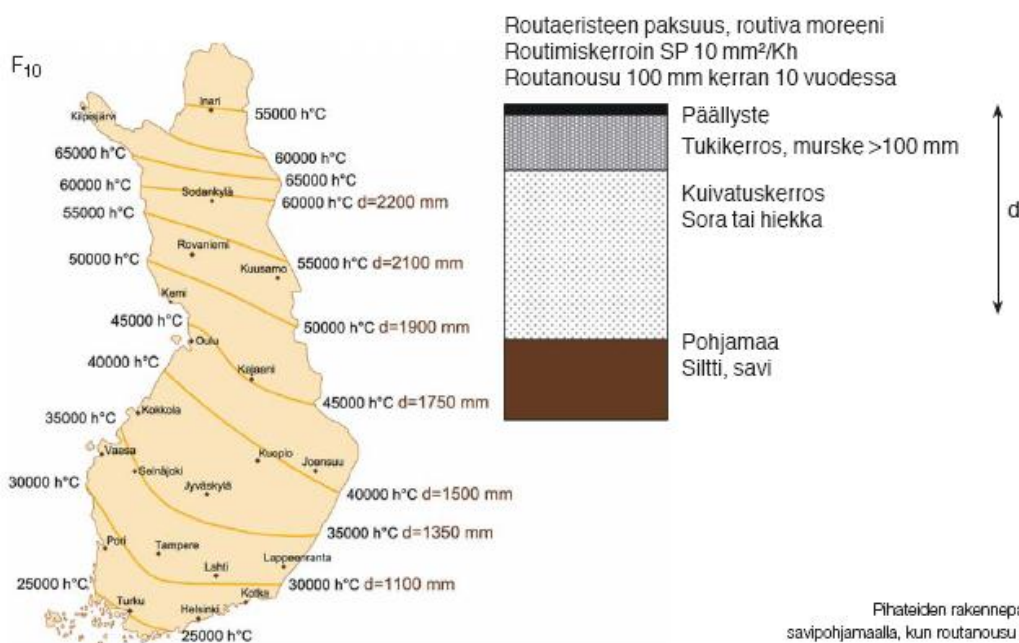
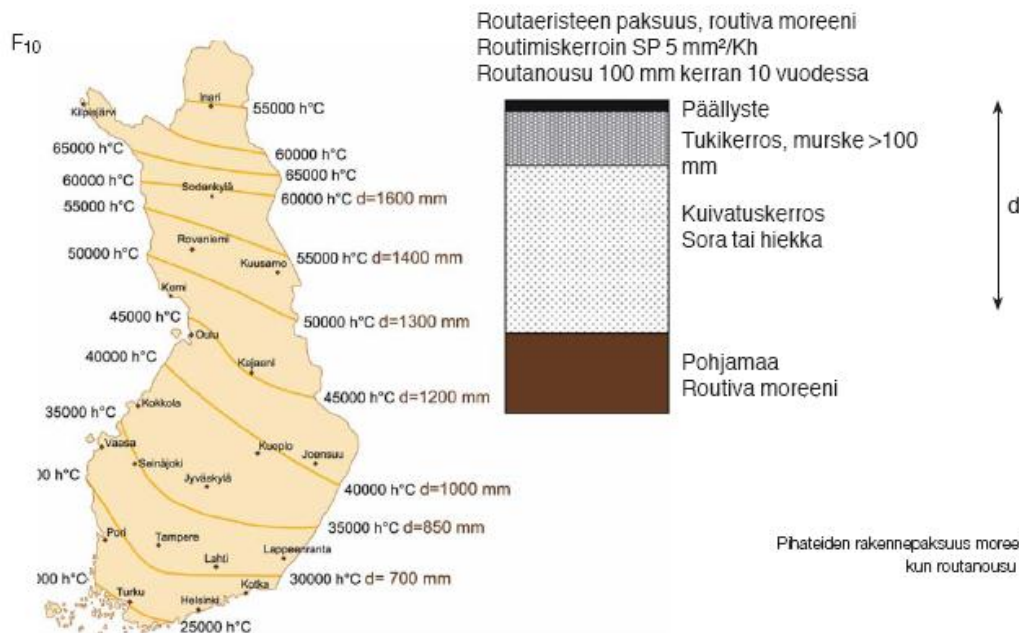
Lähde: Harri Kivikoski & Seppo Saarelainen. EPS- rakennusteollisuus VTT. 2009. Ka-
tujen ja pihojen routasuojaus EPS- routaeristeillä. s. 28-31.



Lähde: Harri Kivikoski & Seppo Saarelainen. EPS- rakennusteollisuus VTT. 2009. Katujen ja pihojen routasuojaus EPS- routaeristeillä. s. 28-31.

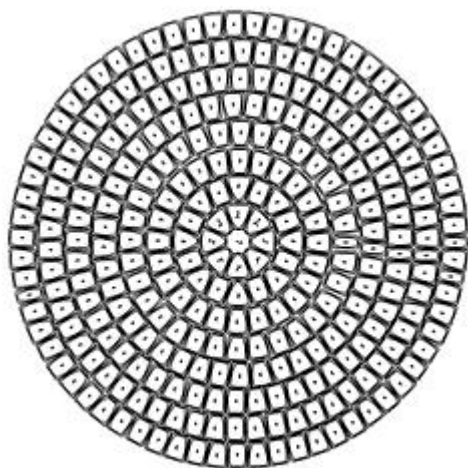
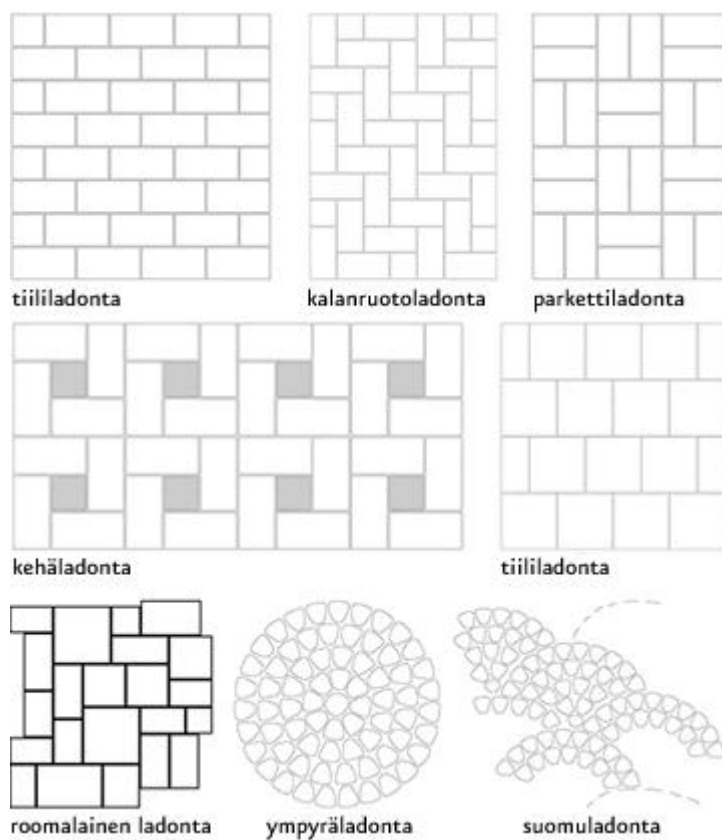
Routasuojauksen likimääräismitoitus

Katujen ja pihojen kivennälsmaarakenteen routasuojauksen likimääräismitoitus routivalla ja erittäl routivalla maapohjalla



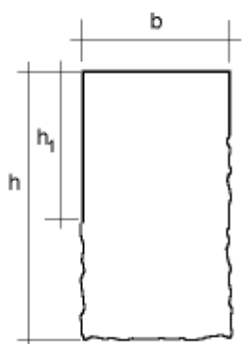
Lähde: Harri Kivikoski & Seppo Saarelainen. EPS- rakennusteollisuus VTT. 2009. Katujen ja pihojen routasuojaus EPS- routaeristeillä. s. 28-31.

Ladontamalleja

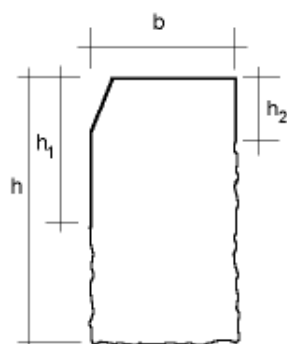


Lähde: 4.10.2012. Betoniteollisuus ry:n koordinoima [www.pihakivi.com](http://www.pihakivi.com/ohjeet/ladontamallit).
<http://www.pihakivi.com/ohjeet/ladontamallit>

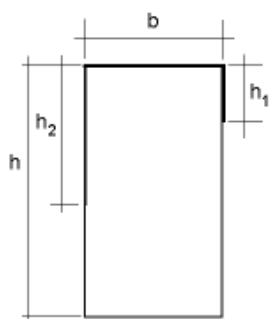
Luonnonkiviset reunatuet



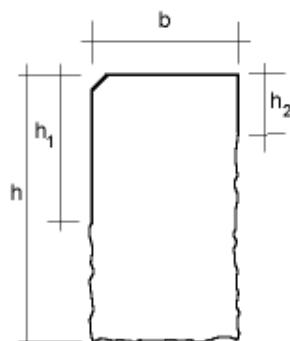
Raakareunakivi (R)



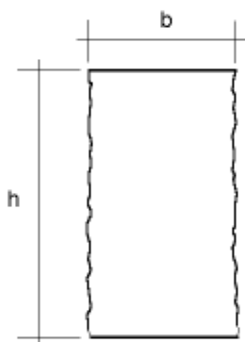
Viistereunakivi (V)



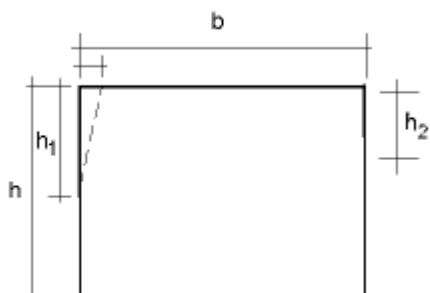
Suorareunakivi(S)



Faasireunakivi(F)



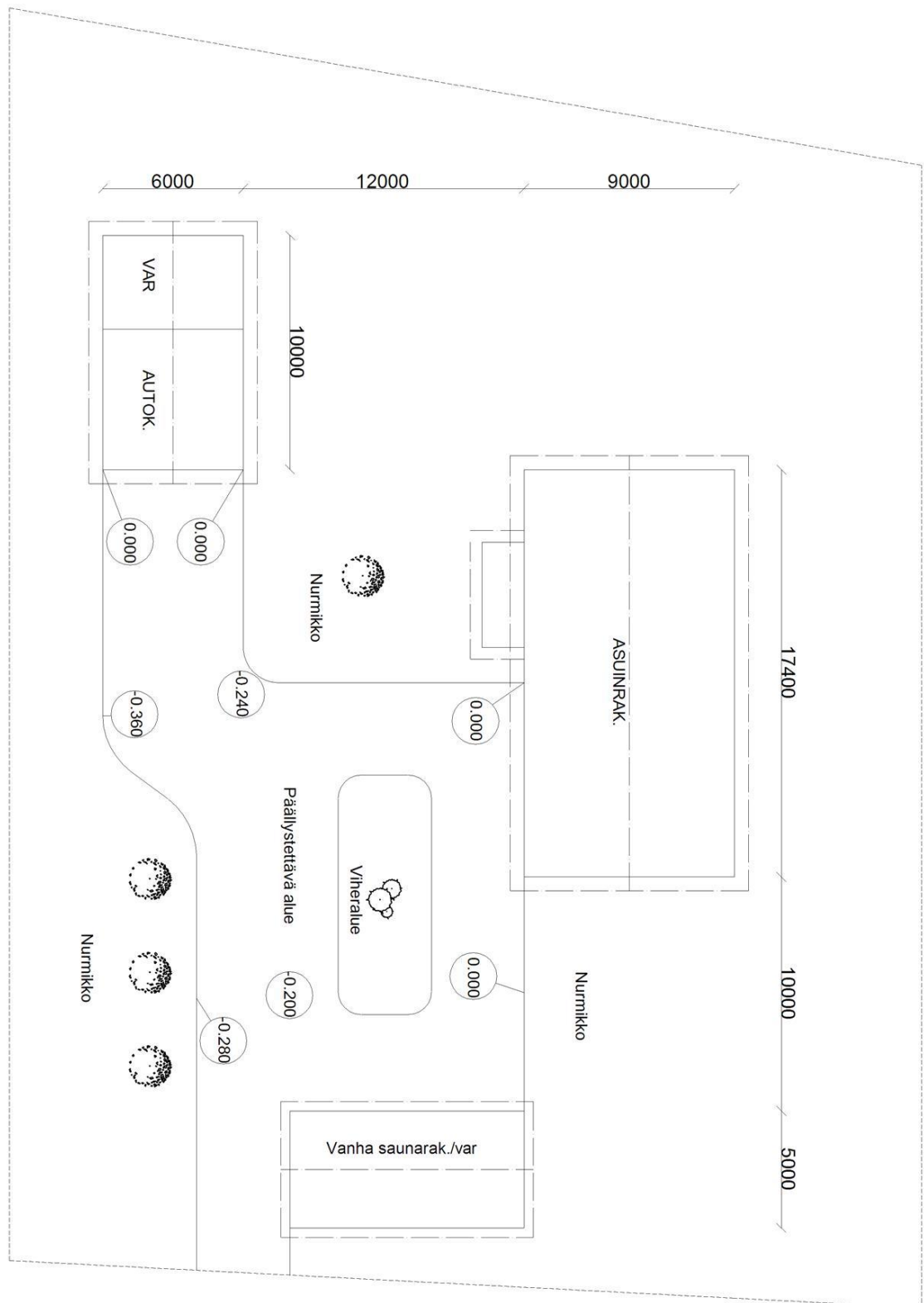
Lohkoreunakivi (L)



Vaakareunakivi (M)

Lähde: Kiviteollisuus ry. [6.11.2012] www.finstone.fi/suunnittelu/reunakivet.php,

Hahmotelma kohteen piha-alueesta ja kaltevuuksista



Pintarakennustöiden karkeat työmenekit.

Betonikiveys

| | Työryhmä | Työmenekki (T3) | Suoritemäärä 230m ² |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Aloittavat työt | | | |
| Mittaus ja merkintä | 2 | 7tth/työmaa | 7tth |
| Pintarakennetyöt | | | |
| Betonikiveys | 2 | 0,29 tth/m ² | 66,7tth |
| Betoninenreunakivi (upotettava) | 2 ja KKH | 0,38 tth/jm | 22,8tth(n.60m) |
| Lopettavat työt | | | |
| Siivous ja välinei- den huolto | 2 | 4 tth/työmaa | 4tth |
| Yhteensä | | | |
| Työvuoroaika T3 | | | 100,5tth |
| Työvaiheaika T4 | (lisäaikakerroin 1,1-1,3) | | 1,2 |
| Kesto | | | n.121tth |

Luonnonkiveys

| | Työryhmä | Työmenekki (T3) | Suoritemäärä 230m ² |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Aloittavat työt | | | |
| Mittaus ja merkintä | 2 | 7tth/työmaa | 7tth |
| Pintarakennetyöt | | | |
| Luonnonkiveys | 1 | 0,67 tth/m ² | 154tth |
| Betoninenreunakivi (upotettava) | 2 ja KKH | 0,38 tth/jm | 22,8tth(n.60m) |
| Lopettavat työt | | | |
| Siivous ja välinei- den huolto | 2 | 4 tth/työmaa | 4tth |
| Yhteensä | | | |
| Työvuoroaika T3 | | | 187,8tth |
| Työvaiheaika T4 | (lisäaikakerroin 1,1-1,3) | | 1,2 |
| Kesto | | | n.225tth |

Asfaltointi

| | Työryhmä | Työmenekki (T3) | Suoritemäärä 230m ² |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Aloittavat työt | | | |
| Mittaus ja merkintä | 2 | 7tth/työmaa | 7tth |
| Pintarakennetyöt | | | |
| Asfaltointi | 4:stä 7:mään | | |
| Levitys käsin | | 0,18tth/m ² | |
| Levitys koneella | | 0,04tth/m ² | 9,2tth |
| Lopettavat työt | | | |
| Siivous ja välinei- den huolto | 2 | 4 tth/työmaa | 4tth |
| Yhteensä | | | |
| Työvuoroaika T3 | | | 20,2tth |
| Työvaiheaika T4 | (lisäaikakerroin 1,1-1,3) | | 1,2 |
| Kesto | | | n.24tth |

Sora- tai kivituhkapäällystys

| | Työryhmä | Työmenekki (T3) | Suoritemäärä 230m ² |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Aloittavat työt | | | |
| Mittaus ja merkintä | 2 | 7tth/työmaa | 7tth |
| Pintarakennetyöt | | | |
| Sora-tai kivituhka- päällystys | 1 ja KUP | 0,025tth/m ² | 5,75tth |
| Siivous ja välinei- den huolto | 2 | 4 tth/työmaa | 4tth |
| Yhteensä | | | |
| Työvuoroaika T3 | | | 16,75tth |
| Työvaiheaika T4 | (lisäaikakerroin 1,1-1,3) | | 1,2 |
| Kesto | | | n.20tth |

Lähde: Ratu18-0254, elokuu 2002. Rakennustieto Oy.